955
2000
001

Adaptatie binnen een simulatie van de ambulance meldkameromgeving

Enige Hulp Bij Ongevallen (EHBO)

Jeroen C. Meijer

februari 2000

scriptie ter afronding van de studie
Technische Cognitiewetenschap
aan de
Rijksuniversiteit Groningen

Begeleiders:
Dr. Ir. L.J.M. Mulder
Drs. J. Bos
Drs. R. J. van Ouwerkerk

INHOUDSOPGAVE

1. Inleiding **3**

2. Adaptatie van gebruikersinterfaces **5**

2.1. Een raamwerk voor cognitief ontwerpen 5

2.2. Waarom adaptatie van een gebruikersinterface? 7

2.3. Adaptatie als ontwerpprobleem 9

2.4. Vormen en niveaus van adaptatie 10

2.5. Methoden voor het bouwen van adaptieve systemen 11

3. De taak van de ambulance centralist **13**

3.1. Onderzoeksdoelstellingen 13

3.2. De digitale werkplaats 14

3.3. Taakbeschrijving van de ambulance centralist 16

3.4. Taakonderdelen van de ambulance-centralist 19

3.4.1. Aannemen van telefoongesprekken 19

3.4.2. Identificatie van de eenheden 20

3.4.3. Mobilisatie van de eenheden 21

3.5. Tijdinschatting 22

3.6. Verschillen tussen centralist en proefpersoon 23

3.6.1. Taakvereenvoudigingen 23

3.7. Adaptatie binnen de CPA-simulatie 24

3.8. Ontwerpeisen en wensen samengevat 25

4. Ontwerpproces **27**

4.1. Methode 27

4.2. Simulatie-omgeving 27

4.2.1. Communicatie in een gedistribueerde omgeving 29

4.2.2. Simulatie van de ambulances 30

4.2.3. Rit-registratiemodule 30

4.3. Scheiding interface en applicatie: application modeller 30

4.4. Taak- en informatieanalyse 31

4.5. Registratie-eenheden 35

4.5.1. Overzicht van de ritten 35

4.5.2. De ritformulieren 35

4.6. Ontwerp van de communicatie-eenheid 36

4.6.1. Tekstuele versus verbale communicatie 36

4.6.2. 'Telefoon'-interface 37

4.6.3. Radio-interface 38

4.7. Adaptieve geografische ondersteuning: een interface-voorbeeld 38

4.7.1. Ontwerp van de lijst-interface 39

4.7.2. GIS-interface 41

5. Discussie en conclusie **45**

6. Literatuur **49**

Bijlage A Stroomschema van de CPA-taak **50**

Bijlage B Inventarisatie van communicatie met agents binnen de simulatie **60**

Bijlage C Posten en statuscodes **62**

1. Inleiding

Momenteel werkt rond de 40% van de Nederlandse beroepsbevolking dagelijks met de computer. Veelal zijn fysiek intensieve taken geautomatiseerd en verschuift de rol van de arbeider van uitvoerder naar beheerder. Aangezien het beheren over het algemeen minder tijdsintensief is, krijgt de taakuitvoerder al snel het beheer over meerdere geautomatiseerde systemen. De taakuitvoerder wordt daarmee meer en meer belast met enkel cognitieve taken. Fysieke taaklast is goed kwantificeerbaar door het doen van observaties. Cognitieve taaklast daarentegen is veel moeilijker in kaart te brengen, zeker als het gaat om complexe taken. De onderzoeker heeft dan lang niet altijd de mogelijkheid om bepaalde aspecten in de taakuitvoering te manipuleren. Om onderzoek naar taakuitvoering binnen complexe niet-deterministische taakomgevingen mogelijk te maken is medio 1997 bij de vakgroep Experimenteel & Arbeidspsychologie aan de Rijksuniversiteit Groningen gestart met de ontwikkeling van de zogenaamde Digitale Werkplaats voor Analyse van Taakverrichting (DWAT, of ook wel 'digitale werkplaats' genaamd). De doelstelling van de digitale werkplaats is om de onderzoekers te voorzien van een omgeving waarbinnen onder zo gecontroleerd mogelijke omstandigheden onderzoek kan worden verricht naar taakuitvoering binnen complexe niet-deterministische taakomgevingen.
Begin 1999 waren de ontwikkelingen ver genoeg om te beginnen met de implementatie van de digitale werkplaats. De taakomgeving van de ambulance-centralist in de meldkamer van de provincie Groningen is gekozen om als eerste implementatie te dienen binnen deze werkplaats. De keuze voor deze taak komt voort uit een in begin 1999 uitgevoerde taakanalyse van de ambulance- en brandweercentralist door drie psychologiestudenten van de RUG (Kramer R, 1999). De ambulance centralist in de provincie Groningen heeft als taak om het ambulancevervoer binnen de gehele provincie te coördineren. Deze taak kan omschreven worden als veiligheidskritisch, dynamisch, complex en niet deterministisch en bezit daarmee alle eigenschappen om de momenteel vier primaire arbeidspsychologische en cognitief ergonomische onderzoeksdoelstellingen te verwezenlijken. Deze doelstellingen zijn:

- Arbeidsstrategieën in relatie tot vermoeidheid.
- Gevolgen van interrupties, belemmeringen en complexiteit op mentale belasting.
- Optimalisatie van taakuitvoering. Studie naar *situational awareness* bij planningtaken.
- Studie naar coöperatief werk, communicatie en task allocation.

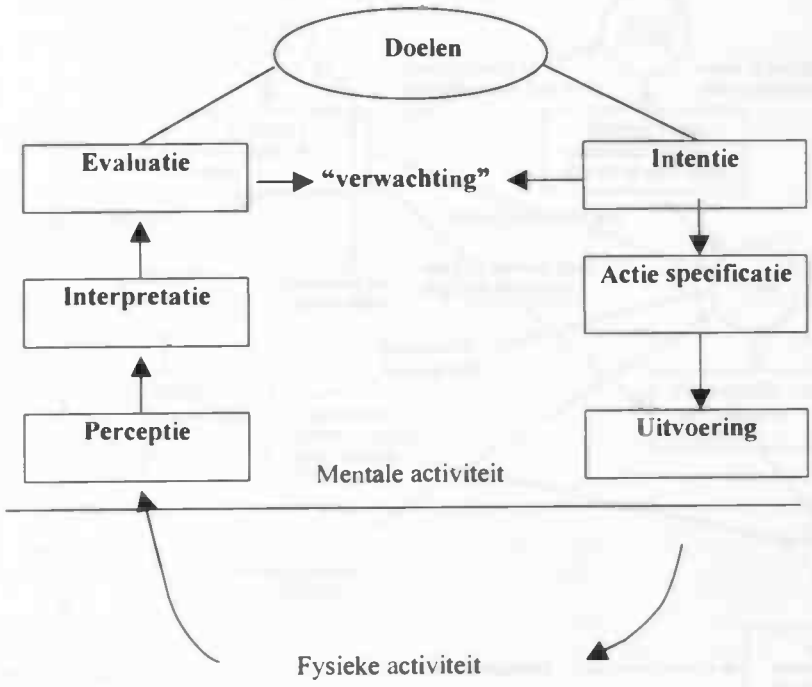
Hoewel het niet expliciet genoemd wordt in de onderzoeksdoelstellingen, speelt het begrip *mens-systeem adaptatie* daarbinnen een centrale rol. Hoe de gebruiker interacteert met het systeem hangt namelijk sterk af van de mate waarin mens en systeem aan elkaar geadapteerd zijn. Dit heeft zijn weerslag op de efficiëntie van de taakuitvoering.
De simulatieomgeving van de centralisten-taakomgeving in de digitale werkplaats moet de mogelijkheid bieden om zodanig ingericht te worden dat de mens-systeem adaptatie op verschillende dimensies onderzocht kan worden. Aangezien de proefpersonen via de gebruikersinterface interacteren met het systeem, zal hierin de adaptatie moeten kunnen plaatsvinden.
De adaptatie binnen de simulatieomgeving kan op drie manieren plaatsvinden. Ten eerste kan de onderzoeker bepalen hoe het systeem zich gedraagt ten opzichte van de gebruiker. Ten tweede kan de gebruiker in de gelegenheid worden gesteld om de taakomgeving aan te passen. Tot slot kan het systeem aan de hand van de interactie met de gebruiker of onderzoeker bepalen hoe het zich zal adapteren.
In deze scriptie beschrijf ik het ontwerpproces dat ik heb gevolgd van de simulatieomgeving van de ambulance-meldkamer van Groningen binnen de digitale werkplaats, waarin binnen

het ontwerp het toepassen van verscheidene vormen van adaptatie van het systeem aan de gebruiker/onderzoeker centraal staat. De opbouw is als volgt:
Hoofdstuk 2 gaat in op de adaptatie van interactieve computersystemen. Het beschrijft redenen voor het bouwen van adaptieve systemen, niveaus van adaptatie en hoe de adaptatie gerealiseerd kan worden.
Hoofdstuk 3 beschrijft de taak van de ambulancecentralist van Groningen en gaat in op hoe de simulatie van de centralisten-taakomgeving past binnen de doelstellingen en ontwikkeling van de digitale werkplaats. Dit levert uiteindelijk een ontwerpkader op met een lijst van ontwerpeisen en wensen waaraan het ontwerp moet voldoen.
Hoofdstuk 4 beschrijft het ontwerpproces van de simulatie-omgeving waarin de ontwerpeisen gestalte krijgen. Het ontwerpproces is opgebouwd uit verschillende fasen. Ten eerste is er een grondige taak- en informatie analyse uitgevoerd om de taak en taakomgeving goed in kaart te brengen. Daarna is, gebruikmakend van de voor genoemde analyse en programma van eisen, bepaald welke onderdelen van de taak in welke vorm terug moeten komen in de simulatie. Dit levert een globaal simulatieontwerp op dat vervolgens uitgewerkt wordt tot een implementeerbare architectuur, waarbij de mogelijkheid tot gebruiker-systeem adaptatie centraal staat. In het ontwerp resulteert dit in een scheiding tussen de applicatie en de gebruikersinterface. Dit betekent echter geenszins dat de applicatie en de gebruikersinterface los van elkaar ontworpen kunnen worden. Juist het profiel van de gebruiker bepaalt in sterke mate hoe de applicatie-interfacescheiding eruit komt te zien. De toepassing van een zgn. *application modeller* in de architectuur dient als een soort klittenband tussen de gebruikersinterface en applicatie en geeft het systeem een basis voor het toepassen van verschillende (en dus adaptieve) gebruikersinterfaces.
De volgende stap in het ontwerpproces is het ontwerpen van de gebruikersinterface. Ik heb een basisinterface ontworpen voor de noodzakelijke systeemonderdelen die gebruikt moeten worden om de taak uit te kunnen voeren. Daarnaast heb ik nog twee verschillende interfacevormen ontworpen die ondersteuning geven bij de selectie van een ambulance tijdens de taakuitvoering. Deze twee interfacevormen tonen hoe de architectuur twee zeer verschillende interfacevormen mogelijk maakt. Binnen de interfaces zal ik nog twee voorbeelden geven van adaptatie, waarbij het systeem zelf de adaptatie bepaald aan de hand van de systeemtoestand en de interactie met de gebruiker.
Hoofdstuk 5 tot slot bevat de discussie en beschrijft wat de volgende te nemen stappen zijn voor het realiseren van de simulatieomgeving op zowel korte als lange termijn.

2. Adaptatie van gebruikersinterfaces

2.1. Een raamwerk voor cognitief ontwerpen

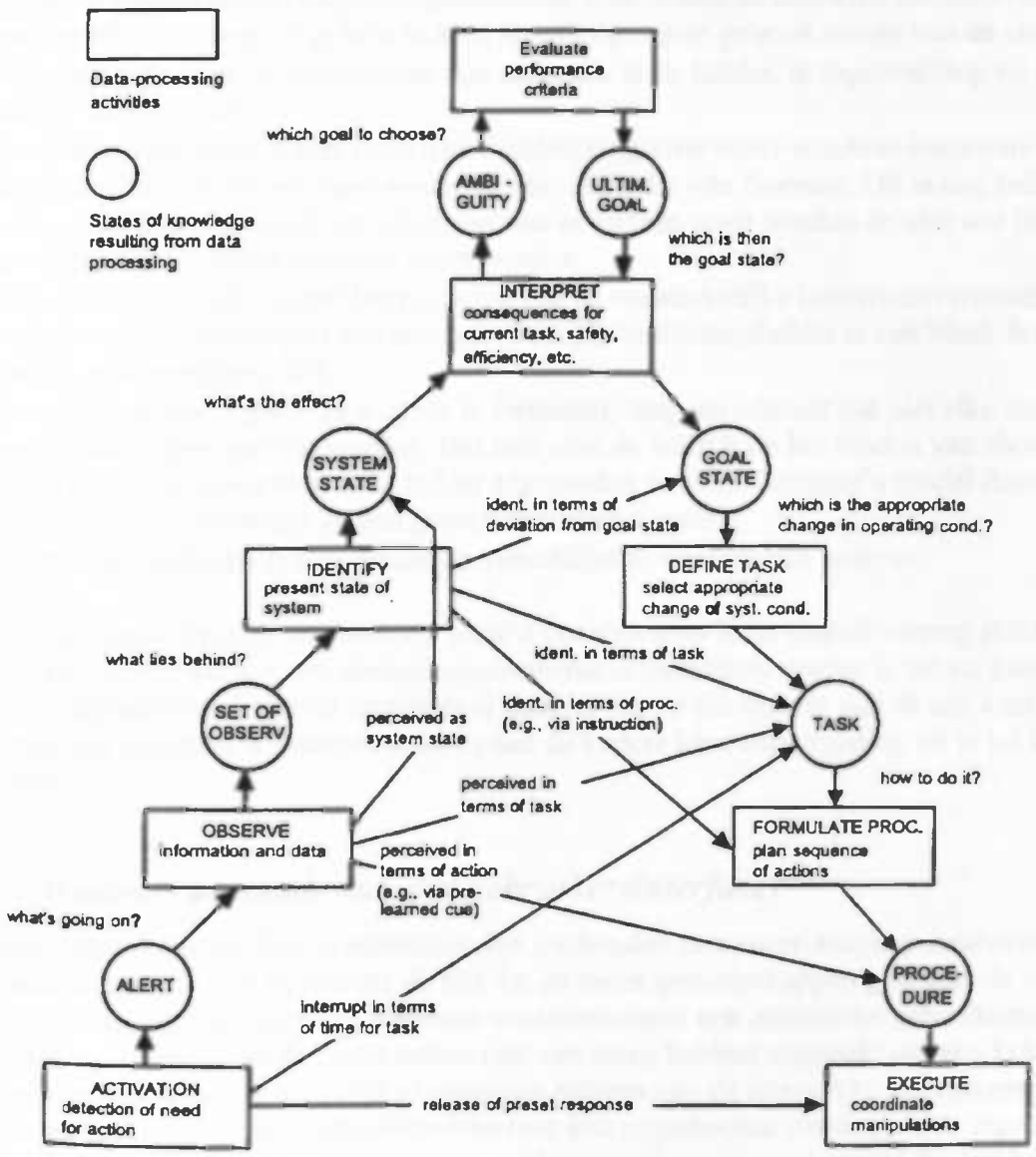
Norman's model van mens-systeeminteractie is een veel gebruikt model voor het verklaren van het gedrag van een menselijke operator van een complex dynamische systeem (Norman, 1986). Het model bestaat uit zeven stadia van elementaire informatieverwerkingsstappen die doorlopen worden, zoals weergegeven in figuur 2.1. Dit normatieve model is voor taakanalyse doeleinden zeer bruikbaar, maar het heeft als belangrijke beperking dat het expertgedrag zich



Figuur 2.1 Zeven stadia van informatieverwerking volgens Norman

niet goed laat vangen in deze ideale sequentie van informatie verwerkingsstappen. Rasmussen (1974) die Norman's model van interactie zelf toepaste bij onderzoek naar taakgedrag van elektriciteitscentrale operators, constateerde dat de sequentie bij expertgedrag lang niet altijd volledig en in strikte volgorde doorlopen werd. De lineaire sequentie van informatieverwerking wordt alleen door non-experts volledig doorlopen. Het veldwerk dat Rasmussen (1974, 1976) uitvoerde bracht hem tot de volgende observatie van expertgedrag: expertise is het vermogen om een proces samen te stellen voor een bepaalde taak als een sequentie van bekende subroutines die toepasbaar zijn in verschillende contexten. Expertgedrag is dus een constructief proces i.p.v. een eigenschap van de uitvoerder. Het zijn acties die iemand uitvoert en het is niet een ding dat iemand verwerkt. Dit betekent dat een expert niet een al eerder geplande oplossing uit zijn geheugen haalt en vervolgens toepast, maar afhankelijk van de context ter plekke een sequentie van cognitieve activiteiten samenstelt die toepasbaar is op de huidige situatie.

Gegeven deze observatie ontwikkelde Rasmussen (1974, 1976) de zgn. beslissingsladder, die als gereedschap gebruikt kan worden bij het modelleren van expertgedrag.



Figuur 2.2 De beslissingsladder van Rasmussen

Figuur 2.2 toont de ladder die de traditionele lineaire sequentie van informatieverwerking verrijkt met shortcuts om van de ene kant van de ladder naar de andere kant te komen. Vicente (1999) beschrijft een aantal belangrijke kenmerken van de beslissingsladder van Rasmussen voor cognitieve taakanalyse:

- Figuur 2.2 laat twee vormen van knopen zien. De ronde knopen corresponderen met *informatieverwerkingsactiviteiten* die overeenkomen met de expertsubroutines. De vierkante knopen zijn *toestanden van kennis* en zijn de producten van de informatie verwerkingsactiviteit. Transities van de ene naar de andere activiteit is alleen mogelijk door eerst in de juiste kennistoestand te komen. Evenzo geldt dat om van de ene kennistoestand naar de andere te komen een informatieverwerkende activiteit ondernomen moet worden. Dit betekent dat de shortcuts hier ook aan moeten voldoen.
- De shortcuts bestaan uit stereotype processen die regelmatig toegepast worden door experts. De shortcuts weergegeven in figuur 2.2 zijn enkele veel voorkomende shortcuts.

Situaties binnen andere toepassingsdomeinen maken andere shortcuts noodzakelijk. De non-expert doorloopt de gehele ladder, terwijl de expert gebruik maakt van de shortcuts.

- Verschillende start- en eindpunten zijn mogelijk in de ladder, in tegenstelling tot het model van Norman.
- De beslissingsladder is een generieke beschrijving vóór mens-machine-interactie in het algemeen en pretendeert geen *model* te zijn, zoals dat van Norman. Dit is een belangrijk punt, want daarmee geeft het enkel aan *wat* er gedaan moet worden en niet *wie* het moet uitvoeren en *hoe* het uitgevoerd moet worden.
- De beslissingsladder maakt het mogelijk om de noodzakelijke informatievereisten vast te stellen voor het doorlopen van een activiteit. De beslissingsladder is een black-box input-output analysehulpmiddel.
- De bijbehorende cognitieve analyse is formatief, hetgeen inhoudt dat niet elke stap in de ladder doorlopen hoeft te worden. Het legt juist de nadruk op het vinden van shortcuts, zodat bepaalde elementen in de ladder afgesneden worden. Norman's model daarentegen is normatief en moet dus in zijn geheel doorlopen worden.
- De beslissingsladder is toepasbaar op verschillende niveaus van analyse.

De beslissingsladder is er specifiek op gericht om shortcuts in de taakuitvoering zichtbaar te maken. Bij het ontwerpen van computergebaseerde informatiesystemen is het nu juist zaak om deze shortcuts mogelijk en zichtbaar te maken, om op die manier aan de ene kant expertgedrag optimaal te ondersteunen en aan de andere kant expertgedrag uit te lokken bij de gebruiker.

2.2. *Waarom adaptatie van een gebruikersinterface?*

De term gebruikersinterface is onlosmakelijk verbonden met *mens-machine interactie*. De gebruikersinterface is al zo oud als de tijd dat de mens gereedschappen gebruikt. Je zou kunnen stellen dat elk voorwerp waarmee we interacteren een intrinsieke gebruikersinterface heeft. De voorouders van de mens zullen ooit een steen hebben opgepakt om een kokosnoot te openen. De keuze van de steen zal afgehangen hebben van de intrinsieke gebruikersinterface van de steen. De intrinsieke gebruikersinterface kan omschreven worden als de eigenschappen van een voorwerp die het tot een geschikt werktuig maken om een bepaald doel te bereiken. De geschiktheid van het werktuig wordt bepaald door de eigenschappen van het voorwerp in relatie tot het doel dat ik ermee wil bereiken en de methode waarmee ik het doel wil bereiken. Laat ik een voorbeeld geven. Stel, mijn doel is om een stok rechtop in de grond te krijgen, omdat ik een zonnewijzer wil maken. Hiervoor heb ik verschillende methodes tot mijn beschikking. Ik kan de stok in de grond hameren, of een gat graven, of tussen een paar losse stenen klemmen. De methode die ik zal kiezen wordt sterk bepaald door de omgeving waarin ik mij bevind. Als ik op losse zandgrond sta is een gat graven een goede optie. Is de grond te hard, dan zal ik overwegen om de stok in de grond te hameren. Als ik echter enkel beschik over een dunnen scherpe steen, dan wordt dat hameren niks en zal ik ermee gaan graven. Heb ik alle soorten steen tot mijn beschikking, maar is de bodem van graniet, dan zal ik hoogstwaarschijnlijk de stok tussen een paar stenen klemmen. De omgeving bepaalt dus in sterke mate welke methode ik ga gebruiken om een bepaald doel te bereiken. De context triggert mij een geschikte methode toe te passen. De ronde steen van een kilo zegt in deze context als het ware: "Ik ben geschikt om een stok mee in de grond te hameren".
Gaandeweg is de mens complexere werktuigen gaan bouwen, die taken uit kunnen voeren die voorheen de mens zelf uit moest voeren, of zelf niet in staat was om uit te voeren. Veelal worden fysieke taken overgenomen door het systeem. Deze ontwikkeling heeft de rol van de

mens verschoven van uitvoerder naar controleur en stuurder. Wat dus overblijft voor de mens is het uitvoeren van voornamelijk cognitieve taken, omdat deze moeilijker te automatiseren blijken te zijn.
Om de complexe systemen te kunnen sturen en controleren, moet de gebruiker op één of andere wijze de toestand van het systeem kunnen waarnemen en de mogelijkheid hebben om te kunnen sturen waar dat nodig is. De gebruikersinterface maakt dat mogelijk.
Een functionele kennis van het systeem is veelal voldoende om het systeem zinvol te kunnen gebruiken. Ontwerpers hebben meestal een nauwkeurig functioneel beeld van het systeem dat ze ontwerpen. In vroegere tijden waren de ontwerpers van systemen over het algemeen ook de gebruikers van die systemen. De eerste computers werden enkel gebruikt door de ontwerpers zelf. Het werken met die computers was alleen mogelijk door een grondige kennis te hebben van de computer. Heden ten dage is dat aanzienlijk veranderd. Gebruikers van systemen zijn over het algemeen niet meer de ontwerpers van die systemen, en hebben a-priori dus geen grondige functionele kennis van het systeem. Dit betekent dat de rol van de ontwerper veranderd is van ontwerper voor zichzelf naar ontwerper voor andere gebruikers. De implicatie hiervan is dat de hedendaagse ontwerper gebruikersgeoriënteerd zouden moet ontwerpen. Het probleem is echter dat een groot deel van de ontwerpers niet getraind is in zgn. *user-centered design*. De rol van de technische cognitiewetenschapper is om in het ontwerpproces van mens-computer systemen de gebruiker centraal te stellen.
User-centred design bij mens-computer systemen komt tot uiting in de gebruikersinterface. De mens interacteert immers met de computer d.m.v. een gebruikersinterface. Dit betekent dat complexe taken functioneel vertaald moeten worden naar de gebruiker en dat omgekeerd de gebruiker functionele handelingen kan uitvoeren die vertaald worden naar complexe systeemhandelingen. De gebruikersinterface verzorgt deze rol van vertaler.
Het doel bij het ontwerpen van een adaptieve mens-computerinterface is om het systeem aan te passen aan de hand van de gebruikersinteractie om zo optimaal mogelijk te kunnen aansluiten bij de doelen die de gebruiker wil realiseren met het systeem.

Maar wat te doen als iemand anders onze gereedschappen ontwerpt? In hoeverre sluit het gereedschap aan bij de wensen van de gebruiker? Heeft de gebruiker de mogelijkheid om het gereedschap te veranderen, zodat het beter aansluit bij zijn of haar wensen?
De belangrijkste reden voor het bouwen van adaptieve gebruikersinterfaces is de heterogeniteit van de gebruikers die met het systeem werken (Browne, D., Totterdell, P., Norman, M., 1990). Heterogeniteit van gebruikers die van invloed zijn op het computergebruik kent zeer vele dimensies. Deze heterogeniteit kunnen we beschouwen op het niveau van gebruikersgroepen of op het niveau van één gebruiker. Een dimensie waarop we bijvoorbeeld gebruikersgroepen kunnen onderscheiden is het cognitief vermogen. Een kind van vijf heeft een veel beperkter cognitief vermogen dan een volwassene.
Heterogeniteit op het niveau van één gebruiker vinden we in dimensies als concentratie en ervaring. Het concentratievermogen van een gebruiker is over de dag niet constant. Vermoeidheid of verveeldheid kan daar een oorzaak van zijn. Verandering van een gebruiker binnen een bepaalde dimensie kan een gebruiker ook tot een andere gebruikersgroep doen behoren. Het kind van vijf zal op een gegeven moment volwassen zijn en een volwaardig cognitief vermogen hebben ontwikkeld. Dimensies kunnen we grofweg onderscheiden in tijdstabiel en tijdinstabiel. Van der Veer *et. al.* (1985) noemen bijvoorbeeld een aantal persoonlijkheidsfactoren die vrij stabiel zijn over de tijd:

- Niveau van intelligentie.
- Omstandigheidsafhankelijkheid. Omstandigheidsafhankelijke personen worden meer door de context beïnvloed dan omstandigheids-onafhankelijke personen, wat resulteert in een toestand van fixatie voor een bepaalde oplossing. Het gevolg is dat als ze genoodzaakt zijn

een andere oplossing te vinden in dezelfde omstandigheden daar meer moeilijkheden mee hebben.

- Introvert/extravert. Introverte mensen hebben de neiging zich terug te trekken bij stress, terwijl extraverte personen zich terugtrekken in saaie, repeterende, monotone situaties en zullen juist nieuwe methoden uit gaan proberen, die weer kunnen leiden tot fouten.
- "Negatieve faalangst". Personen die snel angstig worden kunnen non-rationeel gaan handelen in onduidelijk gedefinieerde omstandigheden.

Voorbeelden van tijdsinstabiele dimensies zijn:

- Ervaring. Hoe vaker je met een systeem werkt, des te beter je kunt voorspellen hoe het systeem reageert.
- Concentratie.
- Emotionele toestand.

Bij systemen die ontworpen zijn voor een zo groot mogelijke doelgroep wordt heterogeniteit van gebruikers vaak impliciet al wel meegenomen in het ontwerp. Pinautomaten hebben grote knoppen en communiceren in allerdaags taalgebruik.
Bij het ontwerpen van computersystemen voor experts vallen aanzienlijk wat dimensies af waarin de gebruiker kan variëren. In de meeste gevallen vindt voorselectie plaats die ervoor zorgt dat de gebruikers op bepaalde belangrijke dimensies niet verschillen. Een extreem voorbeeld is de voorselectie van piloten en astronauten. De ambulancecentralist wordt ook geselecteerd op bepaalde criteria, zoals medische kennis, ruimtelijk inzicht en stressbestendigheid. De ontwerper heeft in dat geval al een redelijk omkaderde doelgroep waarvoor het systeem ontworpen dient te worden.

2.3. Adaptatie als ontwerpprobleem

Bovengenoemde brengt ons tot de volgende observaties: ten eerste dat de gebruiker van een systeem in de meeste gevallen niet de ontwerper van dat systeem is en ten tweede dat gebruikers heterogeen zijn en ten derde dat de omgeving van interactie sterk verschillend kan zijn.
Het bouwen van adaptieve systemen is een ontwerpprobleem waarbij de ontwerper een aantal onderdelen in de architectuur verwerkt die zich op de juiste manier gedragen ten aanzien van de criteria in de omgeving waarvoor het ontworpen is (Boy, 1998). Omdat de ontwerper tijdens het ontwerpproces nooit volledig kan overzien hoe de omgeving (ondermeer de gebruiker) eruit gaat zien waarvoor het systeem ontworpen wordt, moeten ontwerpkeuzes uitgesteld worden tot het gebruik van het systeem. Het verschil tussen het ontwerpen van computer interfaces en het ontwerpen van adaptieve systemen is dat bij het ontwerp van het adaptieve systeem bepaalde ontwerp-parameterinstellingen uitgesteld worden, zodat ze geselecteerd of geactiveerd kunnen worden door eigenschappen in de omgeving tijdens de interactie.
Bij het ontwerp van statische interfaces probeert de ontwerper zoveel mogelijk te anticiperen op alle mogelijke operationele omstandigheden door een zo uniform mogelijke interactie tot stand te brengen die onveranderlijk is. Het ontwerpen van adaptieve systemen vereist een meer algemeen gezichtspunt in dat er meerdere ontwerpoplossingen zijn en dat de keuze tot een bepaald ontwerp bepaald wordt door de eisen die de omgeving stelt. Voor het ontwerpen van een adaptief systeem ontkom je er niet aan om de omgevingselementen in kaart te brengen waaraan de interface zich moet adapteren.

2.4. *Vormen en niveaus van adaptatie*

In de natuur vindt op verschillende niveaus adaptatie aan de omgeving plaats. Totterdell en Rautebach (1990) classificeren niveaus van adaptieve computersystemen naar het biologisch paradigma van evolutionaire adaptatie. Tabel 2.1 geeft de verschillende niveaus van adaptatie aan met de bijbehorende eigenschappen die het onderscheid beschrijven tussen de niveaus

Evolutie	Kenmerken	computer systemen
Abstractie	Evaluatie van de evolutie; generalisatie; meta-kennis	Zelfaanpassend
Interne evaluatie	Planning; probleemoplossing; regel	Zelfbemiddelend
Operante conditionering	Lerend; verschillende responses geselecteerd door de situatie; evolutie door trial and error	Zelfregulerend
Trofisch / reflexief	voorgeprogrammeerd leren (volledig bepaald tijdens het ontwerpen)	Adaptief
Genetisch manipulatie	Differentiële selectie	Adaptief / aanpasbaar
Natuurlijke selectie	Selectie door een externe agent	Ontworpen systeem

↑ Niveaus ↓

Tabel 2.1 Taxonomie van adaptieve systemen

De niveaus kunnen beschreven worden in termen van de intentionele relatie tussen het systeem en de omgeving. Verandering van niveau betekent een verplaatsing van de locus van intentie: van ontwerper naar systeem. Per niveau zijn er verschillende mechanismen toepasbaar die voldoen aan de kenmerken die weergegeven zijn in de tweede kolom van tabel 2.1.

Klimmen we op in niveau dan zien we dat de hoeveelheid controle dat het systeem heeft in de onderhandeling voor verandering toeneemt. In het laagste niveau ondergaat het systeem de verandering voor adaptatie, terwijl op het hoogste niveau het systeem zelf de hand heeft in de verandering voor adaptatie. Hoe hoger het niveau, des te meer intelligentie het systeem vertoont bij de betrokkenheid van de beslissing tot verandering. Dit houdt in dat als op hoge niveaus het systeem goed geadapteerd wil blijven, het de capaciteit moet bezitten om te onderhandelen met de gebruiker en dat houdt bijvoorbeeld ook in dat het weet wanneer het de gebruiker wel of niet moet informeren over de veranderingen.

Het laagste niveau in tabel 2.1 komt overeen met natuurlijke selectie, zoals we dat in de natuur tegenkomen. De ontwerper behoudt per ontwerp de meest succesvolle ontwerpkenmerken die dus blijven voortbestaan in het nieuwe ontwerp. Gezien vanuit dat oogpunt is het proces van ontwerpen van interfaces te beschouwen als een adaptief proces.

Het daar opvolgende niveau is gebaseerd op differentiële selectie. De ontwerper biedt de gebruiker verschillende interfacevormen waaruit een selectie gemaakt kan worden.

Het volgend niveau is het voorgeprogrammeerd leren wat neerkomt op reflexief gedrag van het systeem en wordt gekenmerkt door enkel te reageren op huidige of zeer recente gebeurtenissen. Reflexief gedrag is zo goed als niet gevoelig voor feedback. Een voorbeeld is het door de tekstverwerker automatisch laten wijzigen van kleine letters in hoofdletters aan het begin van een zin. De reflexieve productieregel die toegepast kan worden in een dergelijk geval is: *als een nieuwe zin met een kleine letter begint, verander deze letter dan in een*

hoofdletter. Als de gebruiker de hoofdletter vervolgens weer wijzigt in een kleine letter, zal het systeem er weer een hoofdletter van maken. Een systeem dat werkt met operante conditionering – het opvolgende niveau in tabel 2.1 – zou kunnen leren van de wijzigingen die de gebruiker maakt. Als de gebruiker een hoofdletter twee of meer keer verandert in een kleine letter, dan kan het systeem bijvoorbeeld dit woord in een lijst plaatsen van woorden die niet met een hoofdletter beginnen aan het begin van een zin. In dit geval leert het systeem van de feedback die het krijgt van de gebruiker.
Op het niveau van interne evaluatie kan het systeem het eigen gedragsrepertoire overzien en selecteert daaruit de meest zinvolle responsies voor de situatie. Een dergelijk systeem is in staat de bestaande gedragingen in verband te brengen met een nieuwe stimulusomgeving. Het heeft geen directe feedback nodig om tot selectie over te gaan. Een software-agent die binnen een tekstverwerker heeft leren knippen en plakken, zou dit ook meteen kunnen toepassen binnen bijvoorbeeld een spreadsheet programma.
Het hoogste niveau van adaptatie is het vermogen tot abstractie. Het systeem is in staat te beschouwen hoe het zelf beschouwt. Het heeft in dat geval meta-kennis.

Het ontwerpen van een adaptief systeem houdt in dat er variatie moet zijn, waaruit een selectie gemaakt kan worden, die vervolgens geëvalueerd wordt op doelmatigheid. Tabel 2.2 toont binnen de genoemde taxonomie de actoren die verantwoordelijk zijn voor deze variatie, selectie en evaluatie.

	ONTWERP FACETTEN		
NIVEAU SYSTEEM	**Variatie**	**Selectie**	**Tester**
Zelfaanpassend	Systeem	Systeem	Systeem
Zelfmodulerend	Ontwerper	Systeem	Systeem
Zelfregulerend	Ontwerper	Systeem	Systeem
Adaptief	Ontwerper	Systeem	Ontwerper
Adaptief/aanpasbaar	Ontwerper	Gebruiker	Ontwerper
Ontworpen	Ontwerper	Ontwerper	Ontwerper

Tabel 2.2 Verantwoordelijken voor het ontwerp van het systeem

Rapid-prototyping vindt plaats op het laagste niveau, waarbij de ontwerper zorgt voor de variatie door ontwerpkeuzes te maken, waarna het beste ontwerp gekozen wordt en getest wordt op gebruikers. De ontwerper bepaalt of het ontwerp voldoet. Bij een aanpasbaar systeem bepaalt de gebruiker de selectie. De variatie en evaluatie ligt nog steeds in de handen van de ontwerper. Een adaptief systeem verzorgt zelf de verandering. Vanaf het zelfregulerende niveau evalueert het systeem ook de eigen aanpassingen. De ontwerper zorgt echter nog voor de variatie. Uiteindelijk op het hoogste niveau is het systeem verantwoordelijk voor zowel de variatie, selectie als evaluatie.

2.5. Methoden voor het bouwen van adaptieve systemen

Het toepassen van adaptatie van interfaces kan zowel bottom-up als top-down benaderd worden. Een top-down benadering houdt in dat er eerst een taakanalyse (bv. HTA of GOMS) wordt uitgevoerd op de taak om zo de afhankelijkheden tussen informatie en/of subtaken (e.d.) bloot te leggen. Is dat eenmaal gebeurd dan kan aan de hand van de verkregen resultaten een adaptieve interface ontwikkeld worden. Het grote nadeel van de top-down methode is dat een taakanalyse vaak buitengewoon bewerkelijk is en meestal alleen een formele beschrijving geeft van het systeem of de taakuitvoering. In veel gevallen wijken de handelingen van de taakuitvoerders af van wat ze formeel behoren te doen.

De bottom-up benadering neemt de gebruikerhandelingen als uitgangspunt. Aan de hand van de handelingen van de gebruiker wordt gepoogd een profiel op te stellen van de afhankelijkheden binnen de taak. Een voorbeeld van adaptatie zou dan bijvoorbeeld zijn het voorspellen van handelingsequenties van de gebruiker. Als een gebruiker met een zich telkens herhalende handeling bezig is dan zou het systeem dit patroon moeten kunnen opmerken (door bijvoorbeeld het aanmaken van productieregels) en daarop anticiperend relevante acties ondernemen. Onderzoek in die richting is verricht door Yoshida & Motoda (1996). Het voordeel van een dergelijk systeem is dat de gebruiker beter ondersteund wordt in zijn of haar handelingen. Een nadeel is dat de gebruiker zeker niet de meest efficiënte manier hoeft toe te passen om de taak uit te voeren. Dit is te ondervangen door een profiel van een ervaren gebruiker te integreren in het systeem. Als een onervaren gebruiker handelingen inefficiënt uitvoert, dan kan het systeem een voorstel doen aan de hand van het profiel van de ervaren gebruiker om de gebruiker efficiëntere methoden te laten leren. Deze methode is goed toepasbaar in een leertraject waarbij uiteindelijk iedere persoon de taak op dezelfde wijze uit moet voeren. Dit heeft zin voor sterk geprotocolleerde taken.
Binnen gebruikers is het toepassen van de bottom-up benadering ook toepasbaar. Het systeem zou bijvoorbeeld mentale toestanden als vermoeidheid moeten kunnen vaststellen aan de hand van bijvoorbeeld het maken van bepaalde fouten door de gebruiker of door gedragsverandering, zoals het langer doen over een handeling. Het systeem zou zich in dat geval kunnen adapteren om betere ondersteuning te bieden. De moeilijkheid van de bottom-up benadering is dat het slechts toepasbaar is op vrij eenvoudige taaksequenties. Complexere handelingen vereisen zoveel inzicht in de taak dat voor het toepassen van de juiste adaptatie een zeer intelligent systeem nodig zou moeten zijn.

3. De taak van de ambulance centralist

De verschuiving van de taakuitvoerder van uitvoerende naar sturend en controlerend heeft in onze huidige maatschappij ertoe geleid dat het overgrote deel van de beroepsbevolking tegenwoordig voornamelijk met cognitieve taken is belast. De computer die niet meer weg te denken valt in het werkproces blijkt daar een bijzonder sterke bijdrage aan geleverd te hebben. Doordat de computer veel arbeidsintensieve, meestal niet-cognitief veeleisende taken heeft overgenomen (vergelijk het corrigeren van tekst op de typemachine met dat van een moderne tekstverwerker) kan de gebruiker veel productiever te werk gaan. Deze productiviteit kent echter ook een keerzijde in die zin dat het leidt tot cognitieve overbelasting, hetgeen veelal weer menselijke fouten tot gevolg heeft. Een goede illustratie hiervan is de havenarbeider. De vroegere havenarbeider moest stukgoed laden en lossen. Als er een schip uitgeladen moest worden, dan liep de arbeider met een zware zak van het schip naar de kade, en met lege handen weer terug naar het schip. Hij was dus 50% van de tijd werkelijk aan het tillen en kon de overige 50% van de tijd herstellen van de zware inspanning die gepleegd was. De hedendaagse havenarbeider hoeft echter niets meer te tillen. De hijskraan en het gebruik van grote containers heeft het dragen van stukgoed overbodig gemaakt en de taak van de arbeider is het besturen van de kraan. Aangezien de kraan ook na het lossen van een container nog bestuurd moet worden is de kraanmachinist dus de volle 100% van de tijd mentaal belast. Dit is noodzakelijk, omdat een verslapping van de aandacht desastreuze gevolgen kan hebben. Enkel met een werkelijke pauze kan de kraanmachinist herstellen van de mentale inspanning. Het uitvoeren van gecontroleerde experimenten op het gebied van proces controle taken en planning van complexe processen is moeilijk uit te voeren in een realistische omgeving. Realistische simulatieomgevingen maken het echter wel mogelijk om gecontroleerde experimenten uit te voeren. Simulatieomgevingen bieden onderzoekers de mogelijkheid om scenario gebaseerd onderzoek te verrichten. Een voorbeeld van een dergelijke simulatieomgeving is de verkeerstorensimulator die ontwikkeld is door NASA (Nancy S. Dorighi and Stanton R. Harke, 1998). Deze simulatieomgeving bestaat uit een ruimte die ingericht is als verkeerstoren, met rondom projectieschermen waarop d.m.v. computeranimatie een overzicht wordt geprojecteerd van het vliegveld. De vluchtleiders communiceren met piloten die in werkelijkheid achter een beeldscherm zitten die informatie verschaft over het vliegtuig dat zij zogenaamd vliegen. Dergelijke simulatoren worden in eerste instantie echter gebruikt als opleidingsmiddel en bezitten daarom niet altijd de benodigde infrastructuur om op zeer gedetailleerd niveau de taakverrichtingen te onderzoeken.
In een poging om onderzoek te kunnen doen naar cognitieve taakbelasting bij procescontrole taken heeft men bij TNO een simulatie ontwikkeld voor het beheersen van schade op een fregat (Neerincx, 1999). De proefpersoon die met de simulatie werkt krijgt de rol van schadebeheersing manager. Het is zijn of haar taak om vanuit het centrale scheeps-controlecentrum virtuele operators instructies te geven om schade aan het schip te herstellen dan wel te beheersen. Het is een duidelijk voorbeeld hoe een reële taakomgeving vertaald is naar een simulatieomgeving en het laat zien welke vereenvoudigingen noodzakelijk zijn om een simulatie te kunnen realiseren ten behoeve van specifiek onderzoek. Bovendien toont het sterke overeenkomsten met de taak van de ambulance-centralist.

3.1. Onderzoeksdoelstellingen

In de inleiding zijn de primaire doelstellingen voor onderzoek binnen de digitale werkplaats al kort naar voren gebracht. Het is zinvol om kort na te gaan wat de taak van de ambulance-centralist zo geschikt maakt voor onderzoek binnen deze doelstellingen.

Arbeidsstategieën in relatie tot vermoeidheid
De centralistentaak is een langdurige taak die over de hele dag uitgevoerd wordt. Piekbelastingen komen veelvuldig voor en dit brengt zowel op korte als lange termijn vermoeidheidseffecten met zich mee. Vermoeidheid kan een wijziging van arbeidsstategie tot gevolg hebben. Dit kan bewust gebeuren om zo nog meer vermoeidheid tegen te gaan, of onbewust door de effecten van de vermoeidheid zelf. Het maken van fouten heeft sterk te maken met vermoeidheid. Fouten op zeer laag niveau, bijvoorbeeld toetsaanslagen zouden vroegtijdig vermoeidheidseffecten kunnen signaleren. De digitale werkplaats maakt het mogelijk om op dit niveau analyse toe doen.

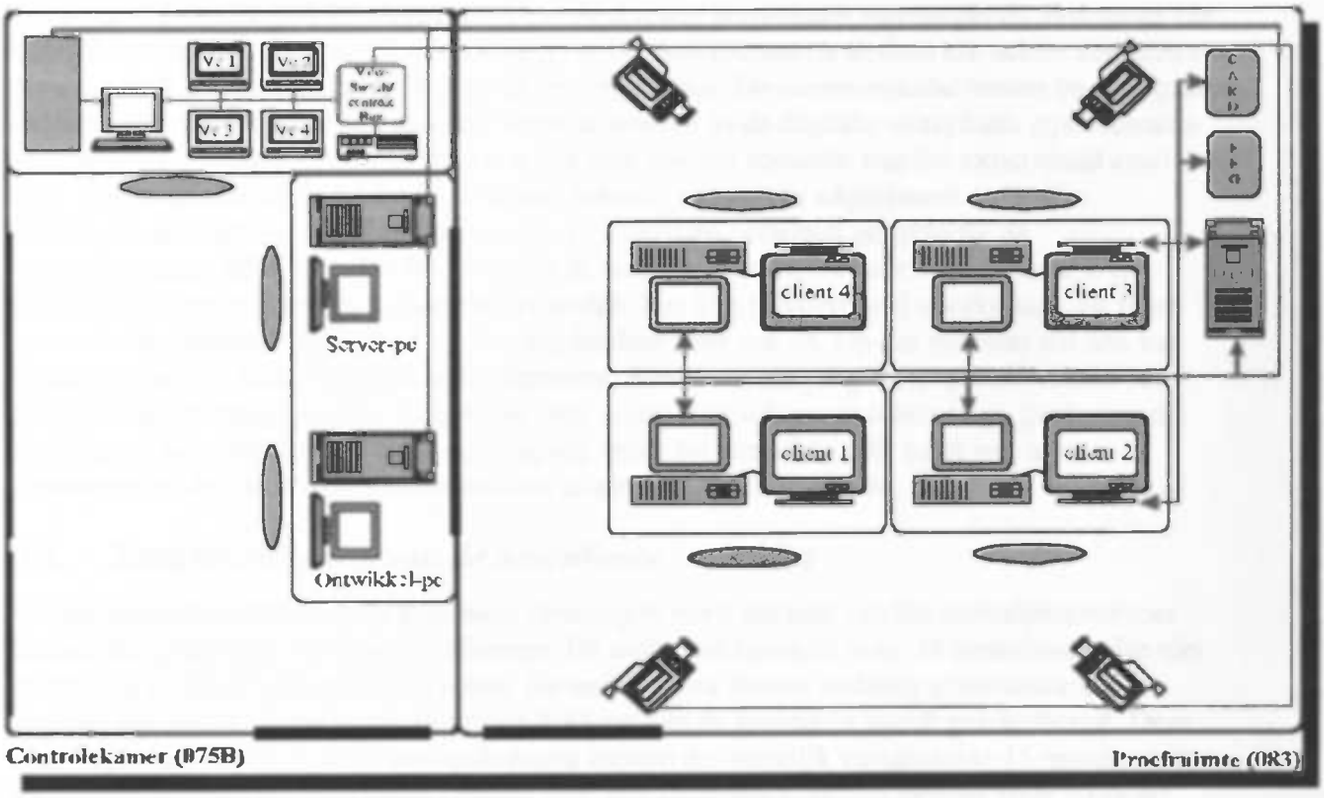
Gevolgen van interrupties, belemmeringen en complexiteit voor taak- en mentale belasting
De taak van de centralist kenmerkt zich door veelvuldige interrupties die plaats vinden tijdens de taakuitvoering. Op de meest onverwachte momenten kunnen meldingen binnen komen, dus ook wanneer de centralist reeds druk bezig is met het afhandelen van een andere melding. De centralist wordt gedwongen in te gaan op de interruptie, omdat tijd een vitale rol kan spelen tussen leven en dood.
De complexiteit van de taak zit voornamelijk in de planning van de ambulances, waarbij rekening gehouden moet worden met een aanzienlijk aantal afhankelijkheden. De complexiteit van de taak neemt toe naarmate er meer ambulances op de weg zijn.

Optimalisatie van taakuitvoering. Studie naar *situational awareness* bij planningstaken
Deze en de volgende onderzoeksdoelstelling zijn meer gericht op de cognitieve ergonomie, in tegenstelling tot de twee bovengenoemde doelstellingen, die meer van arbeidspsychologische aard zijn.
Voor het optimaal uitvoeren van de taak van de centralist is een optimale *situational awareness* noodzakelijk. Het ontwerp van de interface speelt hierbij een zeer grote rol. De onderzoeker heeft binnen de digitale werkplaats de mogelijkheid om verschillende interfaces te testen onder dezelfde omstandigheden. De identieke omstandigheden kunnen gegenereerd worden dankzij het scenario. Op deze wijze kan de onderzoeker doelgericht onderzoeken welke informatie-elementen op welk moment tijdens de taakuitvoering belangrijk zijn voor het verkrijgen van een optimale *situational awareness*.

Studie naar coöperatief werk, communicatie, task allocation
De ambulancemeldkamer wordt overdag bemand door twee centralisten. Eén van hen verzorgt de planning binnen de stad Groningen en de ander die van de provincie. Rond de stad heeft men echter wel de mogelijkheid om 'elkaars' ambulances in te zetten. Dit betekent dat de centralisten goed zullen moeten samenwerken om misverstanden te voorkomen. Is een centralist niet op de hoogte van het feit dat de andere centralist één van zijn ambulances heeft ingezet, dan kan dit levensbedreigende gevolgen hebben.
In de simulatieomgeving kan echter een nog veel extremere vorm van samenwerking worden afgedwongen. Bijvoorbeeld door twee proefpersonen gelijktijdig de ambulances in de provincie te laten plannen.

3.2. De digitale werkplaats

De ontwerpdoelstelling van de digitale werkplaats is het ontwikkelen van een systeem waarmee op een doelmatige manier onderzoek verricht kan worden naar de bovengenoemde onderzoeksdoelen binnen de sectie Experimentele- en Arbeidspsychologie, die in een echte arbeidsomgeving niet mogelijk zijn (Bos. J., Mulder, L.J.M. & van Ouwerkerk, R. ,1999). De



Figuur 3.1 Plattegrond van de digitale werkplaats

digitale werkplaats bestaat uit een ruimte waarin één of meerdere taakuitvoerders gelijktijdig planningtaken achter de computer uit kunnen voeren.
De ontwikkeling ervan moet samengaan met de implementatie van de taakomgeving van de ambulance-centralist. Dit houdt in dat deze taakomgeving zo realistisch mogelijk gesimuleerd gaat worden binnen de digitale werkplaats, waarbij de onderzoeker de mogelijkheid heeft vooraf en tijdens het experiment verschillende omgevingscondities te bepalen. Het systeem kan op verschillende niveaus gecontroleerd en aangepast worden door de onderzoeker. De acties van de proefpersonen kunnen waargenomen worden d.m.v. videoregistratie, oogbewegegingregistratie, het afvangen van muis- en toetsbewegingen en door het meten van de fysiologische signalen, zoals hartslag, bloeddruk en EEG, met een tijdresolutie van maximaal 1 milliseconde. De verzamelde data kan offline maar ook realtime geanalyseerd worden. Realtime data-analyse maakt het mogelijk om te reageren op de momentane toestand van de proefpersoon. Een voorbeeld hiervan is het Companion project, dat gebruikmakend van de digitale werkplaats, onderzoek gaat verrichten naar de ondersteunende computersystemen die gebruik maken van de oogbewegingen van de gebruiker. Het doel is om op het juiste moment op de juiste plek informatie aan de gebruiker te tonen. Als iemand telefoneert en een collega loopt binnen om iets te vragen, dan zal deze collega wachten met het stellen van de vraag tot het telefoongesprek is beëindigd. Huidige computersystemen leveren informatie, zonder rekening te houden met de aandacht van de gebruiker. Door het systeem de oogbewegingen van de gebruiker te laten registreren, kan het systeem

bijvoorbeeld afleiden dat de gebruiker geconcentreerd aan het lezen is. Pas als de gebruiker uitgelezen is, biedt het systeem een dialoogvenster aan.
In figuur 3.1 is een globale plattegrond van de digitale werkplaats weergegeven. Het toont één centrale server controle-pc en vier client-pc's. De proefpersonen werken elk achter een client-pc's die onder volledige controle van de server-pc staat. De communicatie tussen de pc's gaat via het netwerk. De experimenten die verricht worden in de digitale werkplaats zijn scenario-gebaseerd. De onderzoeker legt in een script vast hoe het scenario van het experiment eruit zal zien. Dit script dat op de controle-pc draait bestuurt het gehele experiment.
Binnen de simulatie-omgeving kunnen één of meerdere personen gelijktijdig de centralistentaak uitvoeren. Dit houdt in dat ze toegang hebben tot dezelfde informatie en daardoor elkaars omgeving kunnen beïnvloeden. Het kan bijvoorbeeld voorkomen dat twee centralisten dezelfde ambulance op het oog hebben voor een rit. Op dat moment zal een van beide een andere ambulance moeten selecteren. Simultane toegang tot gegevens maakt een centraal beheer noodzakelijk. Dergelijke data wordt dan ook op de controle-pc geplaatst, die vervolgens kan bepalen wie wanneer toegang krijgt tot deze data. Dit heeft wel als consequentie dat deze data via protocollen uitgewisseld moet worden.

3.3. Taakbeschrijving van de ambulance centralist

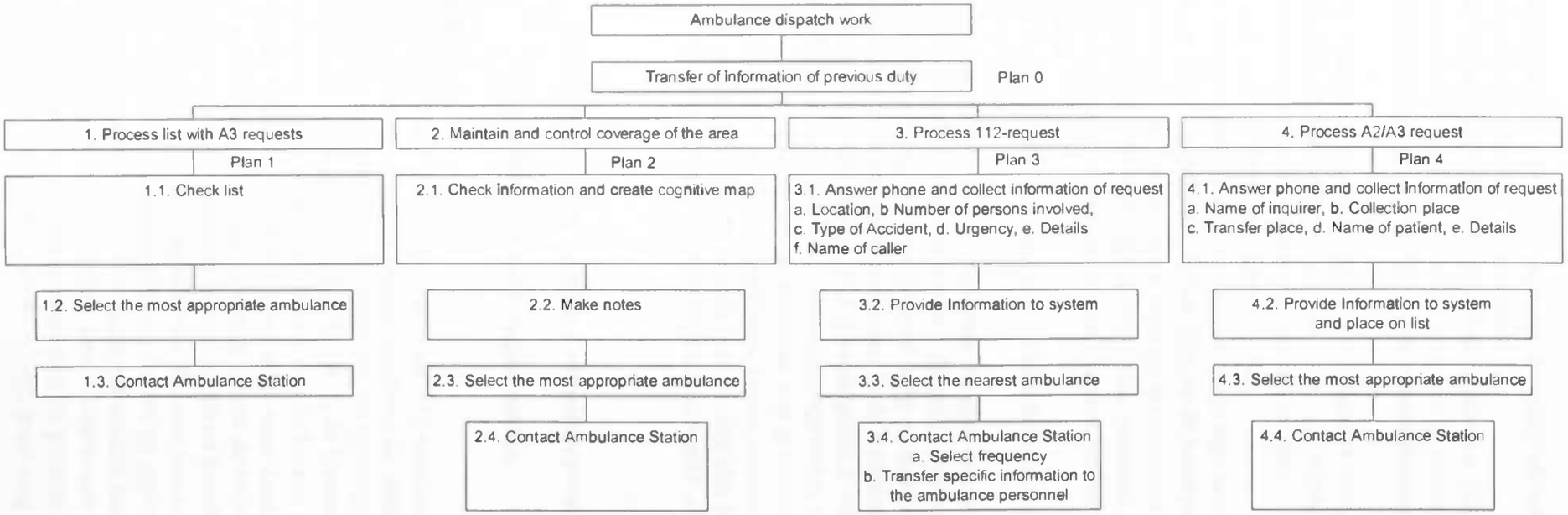
De ambulance centralist in de provincie Groningen heeft als taak om het ambulancevervoer binnen de gehele provincie te coördineren. De centralist beschikt over 24 ambulances die niet evenredig verdeeld zijn over 11 posten. De ambulances dienen zodanig gestationeerd te worden dat op elk moment een optimale dekking van de provincie wordt gewaarborgd. Deze dekking houdt in dat er altijd een ambulance binnen de wettelijk vastgestelde 15 minutengrens ter plaatse van een ongeval moet kunnen zijn. Het ambulancevervoer bestaat voor 20 % uit spoedeisende ritten (A1/A2-ritten) en voor 80 % uit niet-spoedeisend besteld vervoer (A3-ritten). Besteld vervoer kan beschouwd worden als liggend taxivervoer van patiënten, bijvoorbeeld als een patiënt van het ene ziekenhuis naar het andere ziekenhuis overgeplaatst moet worden. Deze ritten worden ruim van tevoren aangevraagd en enkel overdag uitgevoerd. Dit levert een lijst van ritten op die over de dag heen afgewerkt moet worden. Tussendoor kan op elk moment een spoedeisende A1-rit aangevraagd worden, veelal via het landelijke 112 noodnummer. Op dat moment moet de centralist zien te achterhalen wat de aard van het ongeval is en wat de urgentie van hulp is. Op grond van de verzamelde informatie bepaalt de centralist of een A1-rit of een A2-rit ingezet moet worden. Een A1-rit heeft de hoogste urgentie, hetgeen betekent dat de ambulance binnen 15 minuten ter plaatse moet zijn. Een A2-rit is een iets minder urgente rit, waarbij men in principe wel zo snel mogelijk op de plek van het ongeval probeert te zijn, maar waar het niet om elke seconde draait. Een geval van een hersenbloeding wordt bijvoorbeeld geclassificeerd als een A2-rit. Dit heeft te maken met het feit dat er geen directe hulp geboden kan worden ter plaatse van het ongeval, die van directe invloed is op het overleven van de patiënt. Uiteraard moet de patiënt wel zo snel mogelijk voor nabehandeling naar het ziekenhuis.

De centralist is belast met de volgende taken:

1. **Aannemen van telefoongesprekken**: het zo gedetailleerd mogelijke achterhalen van locatie, ongeval en omstandigheden.
2. **Identificatie van de eenheden**: nagaan wat de status is van de ambulances en aan de hand van deze gegevens beslissen welke ambulances ingezet gaat worden.
3. **Mobilisatie van de eenheden**: Contact maken met het ambulance personeel en het overdragen van de benodigde informatie.
4. **Beheren van de eenheden**: primair het zodanig stationeren van de ambulances zodat de reactietijd minimaal is.

5. **Informatie management**: verzamelen van informatie om de doelmatigheid te kunnen meten en om als hulp te gebruiken bij het beheren en plannen van de eenheden

Figuur 3.2 toont een globaal overzicht in sub-taken van het werk van de ambulance centralist. Plan 0 is de taakoverdracht van de ene centralist op de andere bij de wisselen van de wacht. Plan 1 en 2 worden continue doorlopen. Plan 3 en 4 worden doorlopen als reactie op een melding.



Figuur 3.2 Globale taakindeling van de ambulance-centralist

Tijdens het uitvoeren van de taak zijn de volgende zaken van belang:
- Behoud van *situational awareness.*
- Het vergelijken van de beschikbare eenheden met de behoefte die de situatie verlangt.
- Het binnen 2 minuten afwerken van een spoedmelding.
- Bijhouden van de gegevens van de gebeurtenissen (administratie).

De taak van de ambulance-centralist is cognitief veeleisend en wordt gekenmerkt door dynamische omstandigheden, complexiteit, tijdsdruk, risico inschatting, onzekere informatie en meerdere actoren. De taakkarakteristieken zijn:
- Slecht gedefinieerde probleemsituaties.
- Dynamisch veranderende situaties, zodat een beslissing van een paar minuten geleden niet langer meer van toepassing kan zijn op de huidige situatie.
- Sequenties van beslissingen, waarbij het resultaat van een voorgaande beslissing van invloed is hoe de opvolgende beslissing gemaakt gaat worden.
- Tijdsdruk; er moet binnen enkele minuten beslist worden omdat vertraging levens kan kosten.
- Een hoge tol; het besef dat een verkeerde beslissing fatale gevolgen kan hebben.

De centralistentaak is een proces-controle taak van een niet-deterministisch, veiligheidskritiek systeem. Het disfunctioneren van een dergelijk systeem kan leiden tot catastrofale gevolgen. Een belangrijke factor die van invloed is op de mentale belasting van de centralist is de hoge onvoorspelbaarheid van gebeurtenissen in de meldkamer. Lange momenten van rust worden afgewisseld door piekdruktes. Het is onmogelijk te voorspellen wanneer het druk wordt, omdat het niet te voorspellen is wanneer ongevallen plaatsvinden. Op dit soort drukke momenten speelt bovendien de tijdsdruk een grote rol. Binnen een zeer kort tijdsbestek moet de centralist zeer veel taken verrichten: typen, communicatie onderhouden met de ambulances, communiceren met de beller zodat alle benodigde informatie wordt verkregen, bepalen wat ingezet moeten gaan worden en welke ambulances daarvoor in aanmerking komen.

3.4. Taakonderdelen van de ambulance-centralist

3.4.1. Aannemen van telefoongesprekken

112-meldingen
Telefoongesprekken die via het nationale 112-noodnummer bij de meldkamer binnenkomen zijn van burgers. Tijdens het gesprek probeert de ambulancecentralist een zo gedetailleerd mogelijke beschrijving van de locatie en van het ongeval te verkrijgen van de beller. Als het ongeval op een huisadres plaatsheeft, dan is de locatie in principe helder. In het geval van ongevallen op straat is het achterhalen van de locatie vaak ingewikkelder. Het is niet altijd het geval dat de bellende persoon precies weet waar deze zich momenteel bevindt. Bovendien kunnen gesprekken chaotisch verlopen omdat de beller emotioneel is geraakt en niet in staat is om accuraat en daadkrachtig te handelen. Naast locatie is de aard van het ongeval van wezenlijk belang voor het bepalen van de inzet van materieel. De centralist moet via de telefoon een globale diagnose kunnen stellen en inzicht zien te verkrijgen in de ernst van de situatie. Aan de hand van de verkregen informatie maakt de centralist een beslissing of er een A1- of A2 rit ingezet moet worden. Een A1-rit is een rit die volgens de wettelijke bepaling binnen 15 minuten na het telefoongesprek ter plaatse van het ongeval moet zijn. Een A2-rit is van iets minder urgente aard dan de A1-rit, maar nog steeds spoedeisend. In dit geval moet de

ambulance binnen 30 minuten ter plaatse van het ongeval zijn. Uiteraard probeert men sneller aanwezig te zijn.
De benodigde gegevens voor een A1/A2-rit zijn:

- datum en tijd van de melding (wordt automatisch geregistreerd)
- locatie ongeval (in geval van huisadres: adres, huisnummer, toevoeging, postcode, plaats. In overige gevallen: straatnaam, omschrijving van de omgeving)
- gegevens van de aanvrager, (indien niet anoniem) om later eventueel nog nader om informatie te vragen: telefoonnummer, naam, adres
- eerste diagnose patiënt

Interne meldingen
Interne meldingen zijn meldingen die afkomstig zijn van nauw betrokken instanties, zoals ziekenhuizen, huisartsen, politie, brandweer, GGD, e.d. Van deze instanties zijn locatie en telefoonnummer reeds bekend. De mensen waarmee gecommuniceerd wordt zijn medisch geschoold en zijn op de hoogte van de gang van zaken van het ambulance-wezen. De communicatie verloopt dan ook vaak met codes om efficiënter te kunnen werken en misverstanden te voorkomen. Interne meldingen zijn aanvragen van A1, A2 of A3-ritten. A3 ritten zijn de zogenaamde 'bestelde ritten'. Dit zijn ritten die mensen op een bepaald uur van de dag op een bepaalde plek moeten brengen. Bijvoorbeeld iemand die ziek thuis ligt en de volgende dag een operatie moet ondergaan. Die persoon moet afgehaald worden van het huisadres en vervolgens naar het AZG gebracht worden. Deze ritten hebben de laagste prioriteit en kunnen vaak zonder veel problemen verschoven worden in de tijd. Meestal is aan het begin van de dag al een aantal bestelde ritten bekend die die dag gereden moeten gaan worden. In de loop van de dag kunnen nog bestellingen binnenkomen van bijvoorbeeld het ziekenhuis of een huisarts. Het kan dus zijn dat bijvoorbeeld rond twaalf uur een huisarts belt om een rit te bestellen voor half drie 'smiddag.
Benodigde gegevens A3-rit:

- datum en tijd van de melding (wordt automatisch geregistreerd)
- locatie vanwaar de patiënt opgehaald moet worden (adres, nr, toevoeging, postcode, plaats)
- locatie aflevering patiënt (ziekenhuis, of weer naar huisadres)
- tijd van afleveren
- gegevens aanvrager (arts)
- naam en leeftijd patiënt
- diagnose patiënt
- bijzonderheden patiënt

De interne meldingen kunnen ook A1-ritten tot gevolg hebben. Veel mensen gaan bij medische problemen vaak eerst naar een huisarts, die vervolgens kan constateren dat er sprake is van een noodsituatie en dat de persoon zo snel mogelijk naar het ziekenhuis moet.

3.4.2. Identificatie van de eenheden

Het bepalen van de inzet van ambulances is in wezen het meest essentiële onderdeel van de taak van de centralist en is sterk verbonden met de term *situational awareness*, het zo gezegd overzicht behouden van de situatie. Dat betekent dat een aanvraag voor een ambulance daadwerkelijk aan een ambulance gekoppeld moet gaan worden. Bij A1-ritten houdt dat in dat de ambulance gekozen moet worden die het snelste bij het ongeval kan zijn. De centralist moet zich dus op een of andere wijze bewust zijn van de (globale) locatie van de ambulances in de buurt van het ongeval.

De taak van de centralist is het zodanig stationeren van de eenheden dat op elk moment elke plek in de provincie Groningen binnen 15 minuten bereikt kan worden door een ambulance. Deze 'dekking van de provincie' is een wettelijke eis. Het plannen van de A3 ritten is dus sterk afhankelijk van deze wettelijke eis. Dit betekent dat er altijd een reservecapaciteit van ambulances moet zijn die ingezet kan worden voor A1 ritten. Dat houdt in dat de centralist bij het toewijzen van een ambulance aan een A3-rit rekening moet houden met het feit dat ook in de toekomst de dekking gegarandeerd is. Bij het toewijzen van een A3-rit aan een ambulance wordt rekening gehouden met:

- Kies die ambulance die de dekking niet in gevaar brengt (ook niet op langere termijn).
- Kies de ambulance die de rit zo kort mogelijk houdt.
- Combineer ritten met elkaar als dat mogelijk is. Bijvoorbeeld als iemand om 14.00 in het AZG afgeleverd moet worden, kijk dan of er ook nog iemand rond die tijd afgehaald moet worden van het AZG.
- Ambulances die leeg terugrijden naar de post zijn inzetbaar (als ze niet schoongemaakt moeten worden).
- Ontlast ambulancechauffeurs die net een emotioneel zware klus achter de rug hebben een paar uur.
- Gebruik alleen in geval van onderbezetting ambulances die in piketdienst (oproepbasis) zijn.
- Zorg dat er zo weinig mogelijk voorwaardescheppende ritten gepleegd moeten worden.

3.4.3. Mobilisatie van de eenheden

De mobilisatie van de eenheden betekent het contact zoeken met de betreffende ambulance en deze nauwkeurig op de hoogte stellen van de locatie, de diagnose en de aard van het ongeval. De mobilisatie van de ambulance gebeurt over het algemeen over de radio. De centralist selecteert de betreffende ambulance uit een lijst en maakt vervolgens contact. Telefonisch contact met het ambulancepersoneel vindt plaats als de informatie over het ongeval te gevoelig is om door de ether te verzenden (gevallen van zelfmoordpogingen e.d.). Elke ambulance heeft daarvoor een GSM telefoon aan boord. Het kan ook zijn dat het ambulancepersoneel eerst thuis opgebeld moet worden, omdat ze op oproepbasis werken (zgn. piketdienst). In dat geval moet eerst het telefoonnummer opgezocht worden van de betreffende personen.

Vormen van communicatie (centralist geeft opdrachten):

- Bevestigen en rectificeren van informatie gegeven door externe betrokkenen (ambulancepersoneel e.d.)
- ambulance naar een ongeval sturen met de benodigde gegevens over de patiënt en aard van het ongeval
- ambulance naar een locatie sturen (voorwaardescheppende rit)
- Een nog lege rijdende ambulance die met een A3-rit bezig is omzetten naar een nieuwe A1-rit.

Communicatie vanuit de ambulance:

- Doorgeven aan het ziekenhuis dat de ambulance eraan komt met een patiënt met specifieke complicaties waarop geanticipeerd moet worden
- Ambulance kan om een of andere reden niet rijden
- Omschrijving van wat er aangetroffen wordt bij ongeval
- Op de locatie wordt niemand aangetroffen (verkeerde locatie / valse melding)
- Verzoek om extra ondersteuning bij het vinden van de weg

3.5. Tijdinschatting

Voor een goede planning van de ambulanceritten is het van wezenlijk belang dat de centralist een zo nauwkeurig mogelijke inschatting kan maken van de tijd dat een ambulance niet inzetbaar is. Bij het wegsturen van een ambulance is die tijdinschatting echter nog zeer ruw, omdat vele factoren die pas later bekend worden de rit langer of korter kunnen maken. Dit betekent voor de centralist dat telkens wanneer nieuwe informatie ter beschikking komt over bijvoorbeeld het ongeval, de tijdinschatting mogelijk bijgesteld moet worden. Het gevolg is dat er telkens gepland moet worden met een bepaalde onzekerheid in de tijdinschatting. De tijd dat een ambulance met een klus bezig is hangt af van:

- De tijd die het kost om bij het doel te komen. Dit is afhankelijk van: de afstand tot het doel, het soort weg (in de binnenstad rijdt men minder snel dan op de snelweg), urgentie (telt elke seconde?) en obstakels.
- De tijd die het kost om hulp te verlenen op de locatie. Dit is afhankelijk van de aard van het ongeval.
- De aard van het ongeval bepaalt:
  - De duur van de hulpverlening op locatie.
  - Of een slachtoffer wordt meegenomen
  - De doellocatie van de terugrit. Bepaalde complicaties kunnen bijvoorbeeld alleen in het AZG behandeld worden. Bovendien kan een ziekenhuis vol zijn.
  - Of de ambulance achteraf schoongemaakt moet worden i.v.m. bloedverlies. Is dit het geval dan moet de ambulance eerst weer terug naar de post.
  - De emotionele aanslag op het ambulancepersoneel. Als een ambulance net een heftige klus heeft moeten uitvoeren, waarbij bijvoorbeeld kinderen betrokken waren, dan wordt het personeel enige uren ontzien.

Tijd die het kost om bij het doel aan te komen:
Instappen: Van waar moet het personeel opgeroepen worden? Liggen ze in hun bed (+7 minuten), zijn ze op de post (+2 minuten) of zitten ze al in de auto (+0 minuten).
Rijden: lengte van de rit hangt af van de snelheid waarmee de ambulance rijdt. Bij een A1-rit wordt zo snel mogelijk gereden, bij een A3-rit wordt de normale verkeerssnelheid aangehouden. De rijsnelheid is sterk afhankelijk van het soort weg. Op de snelweg haal je zo 160 km/uur, terwijl in de stad misschien een gemiddelde van 50 km/uur gehaald wordt. De centralist moet dus een inschatting kunnen maken van de weg die gereden gaat worden. De centralist en het ambulancepersoneel moeten hetzelfde pad voor ogen hebben. Dit is zelfs zeer belangrijk in het geval van obstakels op het pad, zoals wegwerkzaamheden of bruggen.

Tijd die het kost om hulp te verlenen op de locatie:
Dit is sterk afhankelijk van de aard van het ongeval. Bij een hartaanval moet de patiënt zo snel mogelijk ingeladen worden. Bij een auto-ongeluk met beklemming moet men wachten tot de mensen uit het wrak zijn bevrijd. Dus bij een aantal ongevallen is van tevoren redelijk in te schatten hoelang de hulpverlening gaat duren. Bij andere ongevallen moet ter plaatse een inschatting worden gemaakt over de tijd. Dit moet doorgegeven worden aan de centralist, en kan tussentijds weer bijgesteld worden.

Terugrit:
De aard van de terugrit wordt bepaald door de aard van het ongeval. Als er niemand meegenomen hoeft te worden dan is de ambulance meteen weer beschikbaar om ingezet te

kunnen worden. Wordt iemand wel meegenomen, dan is de toestand van de patiënt bepalend voor de doellocatie en de snelheid waarmee naar de doellocatie wordt gereden. De patiënt kan bepaalde complicaties hebben die alleen te behandelen zijn in het AZG. Het betekent dus niet dat er altijd naar het dichtstbijzijnde ziekenhuis gereden wordt.

Aflevering patiënt:
Het afleveren van de patiënt is niet erg tijdsvariabel. Na aflevering is de ambulance weer inzetbaar, behalve als deze schoon gemaakt moet worden. In dat geval moet de ambulance eerst terug naar de post. De centralist moet daarvoor weten op welke post de ambulance is gestationeerd.

Samenvattend is voor het behoud van *Situational awareness* zijn de volgend informatie-elementen van belang:

- Locatie ambulances
- Locatie van het ongeval
- Toestand van de ambulance (leeg/vol, schoon/vuil)
- Omstandigheden van het ongeval (hoeveel ambulances zijn nodig? Moet de brandweer ingeschakeld worden?)
- Toestand van de betrokkenen (moet het ziekenhuis voorbereid worden op de komst van het slachtoffer?)
- Weten welke weg de ambulance gaat rijden
- Kunnen inschatten hoe snel een ambulance op een locatie kan zijn
- Bewust zijn van eventuele obstakels (wegwerkzaamheden, bruggen e.d.)
- Weten welk ziekenhuis welke complicaties kan behandelen en of er nog capaciteit is
- Overzicht over geplande ritten
- Overzicht over rijdende ritten
- Op de hoogte zijn van de handelingen van de andere centralist
- Feedback van betrokken personen
- Werklast van ambulancepersoneel
- Weten waar oproepbare ambulances zijn

3.6. Verschillen tussen centralist en proefpersoon

De CPA-simulatie is bedoeld als een onderzoeksgereedschap. Het is niet primair bedoeld om centralisten op te leiden of extra te ondersteunen in hun taakuitvoering. Er is een aantal wezenlijke verschillen tussen de centralist die de taak uitvoert en de proefpersoon die met de simulatie gaat werken. De interface moet de proefpersoon ondersteunen. De proefpersoon heeft geen ervaring met de taak in tegenstelling tot de centralist. Bovendien zal de proefpersoon de taak veel korter uitvoeren. De centralist is acht uur op een dag bezig met de taak. De proefpersonen zullen bijvoorbeeld twee maal anderhalf uur op een dag de taak uitvoeren. Dit heeft gevolgen voor zowel de simulatietaak als de interface.

3.6.1. Taakvereenvoudigingen

- De proefpersonen ontberen de medische kennis en ervaring die een centralist heeft. Een centralist heeft zelf op een ambulance gereden en heeft ervaring met het inschatten van de ernst van ongevallen. Van de proefpersonen wordt geen medische achtergrond geëist. Omdat de aard van het ongeval wel sterk van invloed is op de planning van de ambulances zal de proefpersoon wel enige kennis moeten hebben van de consequenties van de aard van een ongeval. Dit kan eenvoudig door de proefpersoon vooraf deze productieregels te laten leren. Een voorbeeld van dergelijke productieregels zou kunnen zijn:

In geval van een hartaanval moet de patiënt zo snel mogelijk naar het ziekenhuis

In het geval van een drenkeling zal de hulpverlening ter plaatse uitgevoerd worden

In het geval van een hersenbloeding, stuur dan een A2-rit, omdat acute hulp niet geboden kan worden

- De duur van de taakuitvoering door de proefpersonen is veel korter dan in werkelijkheid. Een centralist is acht uur op een dag onafgebroken bezig met de taak. De proefpersonen zullen bijvoorbeeld 2 keer anderhalf uur met de taak bezig zijn. Een wezenlijk verschil is bovendien dat een centralist een expert is en een proefpersoon een bijna ongeoefende centralist.
- De verkorting van de taakuitvoering levert een probleem op met de rijtijden van de ambulances. In werkelijkheid zijn de ambulances gemiddeld 60 tot 70 minuten bezig met het afwerken van een rit. Dit is voor het experiment veel te lang. Een oplossing is om de ambulances sneller te laten rijden dan in werkelijkheid gebeurt. De vraag is echter hoeveel tijdcompressie je kunt toepassen zonder dat de proefpersonen het gevoel van realisme verliezen. Omdat gewerkt wordt met een reële geografische omgeving, betrekken de proefpersonen hun kennis van de omgeving in de simulatie. Zij weten bijvoorbeeld dat het ongeveer twintig minuten rijden is van Groningen naar Hoogezand. Als de ambulance in de simulatie echter 10 minuten rijdt over deze afstand, dan kan er een discrepantie ontstaan tussen de ervaring van de proefpersoon met de werkelijke wereld en de gesimuleerde wereld. De proefpersoon heeft na 10 minuten het idee dat de ambulance halverwege is, terwijl in de simulatie de ambulance reeds op de bestemming aangekomen is. Dit is een wezenlijk probleem voor het behouden van de *situational awareness* voor de proefpersoon.
- De communicatie met de betrokkenen vindt in werkelijkheid verbaal plaats. In de simulatie is dit niet mogelijk, omdat de agents (nog) geen natuurlijke taal kunnen verwerken. De proefpersoon zal moeten communiceren met een beperkte set commando's. De feedback van de agents is tekstueel.

3.7. Adaptatie binnen de CPA-simulatie

In hoofdstuk 2 is een globaal beeld geschetst van systeemadaptatie. Nu we de concrete toepassingsomgeving hebben geschetst kunnen we nader invulling gaan geven aan de vormen van adaptatie die relevant zijn binnen deze simulatieomgeving.
Wat de simulatieomgeving onderscheidt van de echte CPA-omgeving is dat het bedoeld is voor twee gebruikersgroepen: onderzoekers en proefpersonen. Beide gebruikersgroepen hebben zeer uiteenlopende doelen.
De onderzoeker wil zoveel mogelijk controle hebben over het experiment dat hij of zij uitvoert. Echter, bij scenariogebaseerde experimenten wordt de richting van het experiment sterk bepaald door de beslissingen van de proefpersoon. Om als onderzoeker de richting te kunnen controleren, moet ter plekke ingespeeld worden op de keuzes van de proefpersoon. Dit betekent dat het scenario tijdens het experiment telkens aangepast moet worden. Eén van de onderzoeksdoelstellingen (zie 3.1) is onderzoek naar arbeidsstrategieën in relatie tot vermoeidheid. In dat geval wil je iemand bijvoorbeeld een bepaalde tijd op zijn top van zijn kunnen laten werken. In dat geval zou je een scenario willen hebben dat telkens als er een mogelijk moment van rust aan zit te komen voor de proefpersoon er een nieuwe melding gegenereerd wordt. Je zou kunnen spreken van een adaptief scenario. Het systeem bepaalt aan

de hand van de interactie met de gebruiker en de wensen van de onderzoeker wat de volgende stap in het scenario moet worden. Het systeem kan bijvoorbeeld signaleren dat een bepaalde regio slecht gedekt is. Om het de proefpersoon nog moeilijker te maken kan het systeem in dat gebied een ongeval laten plaatsvinden. Dit is een vorm van adaptatie aan de gebruiker die niet zozeer tot doel heeft om de gebruiker te ondersteunen, maar om de onderzoeker te ondersteunen in het creëren van bepaalde omgevingstoestanden afhankelijk van de beslissingen van de gebruiker.
Een adaptief aspect dat sterk te maken heeft met het onderzoek naar optimalisatie van taakuitvoering, zoals genoemd in 3.1, is het toepassen van verschillende interfaces. Zo kunnen interfaces ontworpen worden die een bepaald aspect van de taakuitvoering slecht dan wel goed ondersteunen. Het taakgedrag bij het gebruik van beide interfaces kan dan met elkaar vergeleken worden. Het systeem dat gebruikt wordt voor het maken van adaptieve scenario's, zoals hierboven beschreven, kan dan in een iets andere vorm ook gebruikt worden om juist wel de proefpersoon te ondersteunen in de taakuitvoering. Het systeem komt dan tegemoet aan onderzoek naar optimalisatie van taakuitvoering. Het signaleren van gaten in de dekking kan gebruikt worden om advies uit te brengen naar de gebruiker voor het wel of juist niet selecteren van een bepaalde ambulance. Dit kan door een melding te geven, maar ook door het laten zien van de gaten in de dekking op een geografische kaart, waardoor de *situational awareness* van proefpersoon vergroot wordt. Dus een interface die deze extra ondersteuning wel biedt kan vergeleken gaan worden met een interface die deze ondersteuning niet biedt.

3.8. Ontwerpeisen en wensen samengevat

De globale ontwerpeisen op een rijtje:

- De opdracht is het ontwerpen van een simulatie van de CPA taakomgeving binnen de Digitale werkplaats.
- De taakomgeving moet zodanig ontworpen worden dat eenvoudig verschillende interfaces toegepast kunnen worden. Het ontwerp moet dus in eerste instantie adaptief zijn voor de onderzoekers die de simulatie gaan gebruiken voor experimenten. Daarnaast moet het de mogelijkheid bieden om in een later stadium geavanceerdere vormen van adaptatie toe te kunnen passen.
- De taakomgeving moet zodanig ontworpen worden dat meerdere personen gelijktijdig de taak kunnen verrichten. Dit betekent dat ze toegang hebben tot dezelfde gegevens en het handelen van de ene persoon kan interfereren met dat van de andere persoon. Dit stelt aanzienlijke eisen aan gesynchroniseerde toegankelijkheid van data.
- De proefpersonen die met de simulatie gaan werken hebben geen ervaring met de centralistentaak, maar moeten binnen een uur redelijk vertrouwd kunnen zijn met de facetten van de simulatieomgeving. Daarnaast krijgen ze vooraf nog een uur training van de prioriteitsregels e.d. Tijdens de taakuitvoering heeft de proefpersoon de mogelijkheid deze regels na te zoeken.
- De nadruk ligt op de planningtaak. Er wordt vooraf geen medische kennis verondersteld van de proefpersonen.
- De simulatieomgeving moet zo realistisch mogelijk overkomen.
- De planningstaak bestaat uit het coördineren van de ambulances van de provincie (Groningen). De stad Groningen wordt buiten beschouwing gelaten.
- De simulatie gebruikt in eerste instantie dezelfde configuratie van posten en aantal ambulances zoals die in werkelijkheid ook bestaat in de provincie Groningen, dus 11 posten en 24 ambulances.
- De ambulances zullen gesimuleerd worden door autonome agents.

- De communicatie met de agents is commando-gestuurd. De feedback van de agents is tekstueel.
- Noodzakelijke systeemonderdelen die in de simulatie terug moeten komen zijn:
  - Registratie van ritformulieren
  - Registratie van geplande ritten en rijdende ritten
  - (een equivalent van) radio-communicatie met de ambulances
  - (een equivalent van) telefonische communicatie met overige betrokkenen
- Twee vormen van interfacing moeten ontworpen worden voor het ondersteunen van de taakuitvoerder bij het selecteren van ambulances. De ene vorm is een lijst-gebaseerde interface en de andere vorm is een GIS (Geografisch Informatie Systeem).
- Bij de toepassing van de GIS-interface wordt er vanuit gegaan dat de ambulances uitgerust zijn met GPS (Global Positioning System).
- De simulatieomgeving moet over een netwerk kunnen communiceren.
- Het ontwerp moet modulair zijn.
- De interfaces moeten voldoen aan standaard cognitief ergonomisch richtlijnen.

Technische ontwerpeisen:

- De applicatie moet ontwikkeld worden in C/C++ onder Borland C++Builder™ of in Pascal onder Borland Delphi™, met toepassing van een GUI (Graphical User Interface).
- De applicatie moet draaien op een Windows 95/NT 4.0 (of hoger) platform.
- Elke taakuitvoerder heeft de beschikking over twee 17" monitoren, elk met een resolutie van 1024 x 786 pixels.
- Het GIS wordt geprojecteerd met een beamer met een resolutie van 1024 x 786 pixels.
- Omdat meerdere personen gelijktijdig toegang hebben tot databronnen en deze ook kunnen manipuleren, wordt er een sterke eis gesteld aan de synchronisatie van de toegang tot gegevens.
- Het GIS maakt gebruik van een geografische database in GDF-formaat, ter beschikking gesteld door Tele Atlas B.V. 's Hertogenbosch.
- De applicatie moet via het netwerk gecontroleerd kunnen worden volgens het client-server principe hetgeen inhoudt dat er communicatieprotocollen ontwikkeld moeten.

4. Ontwerpproces

Het doel is nu om een simulatieomgeving te ontwerpen van de CPA-taak in de digitale werkplaats, met inachtneming van het programma van eisen, zoals dat in 3.7 wordt genoemd.

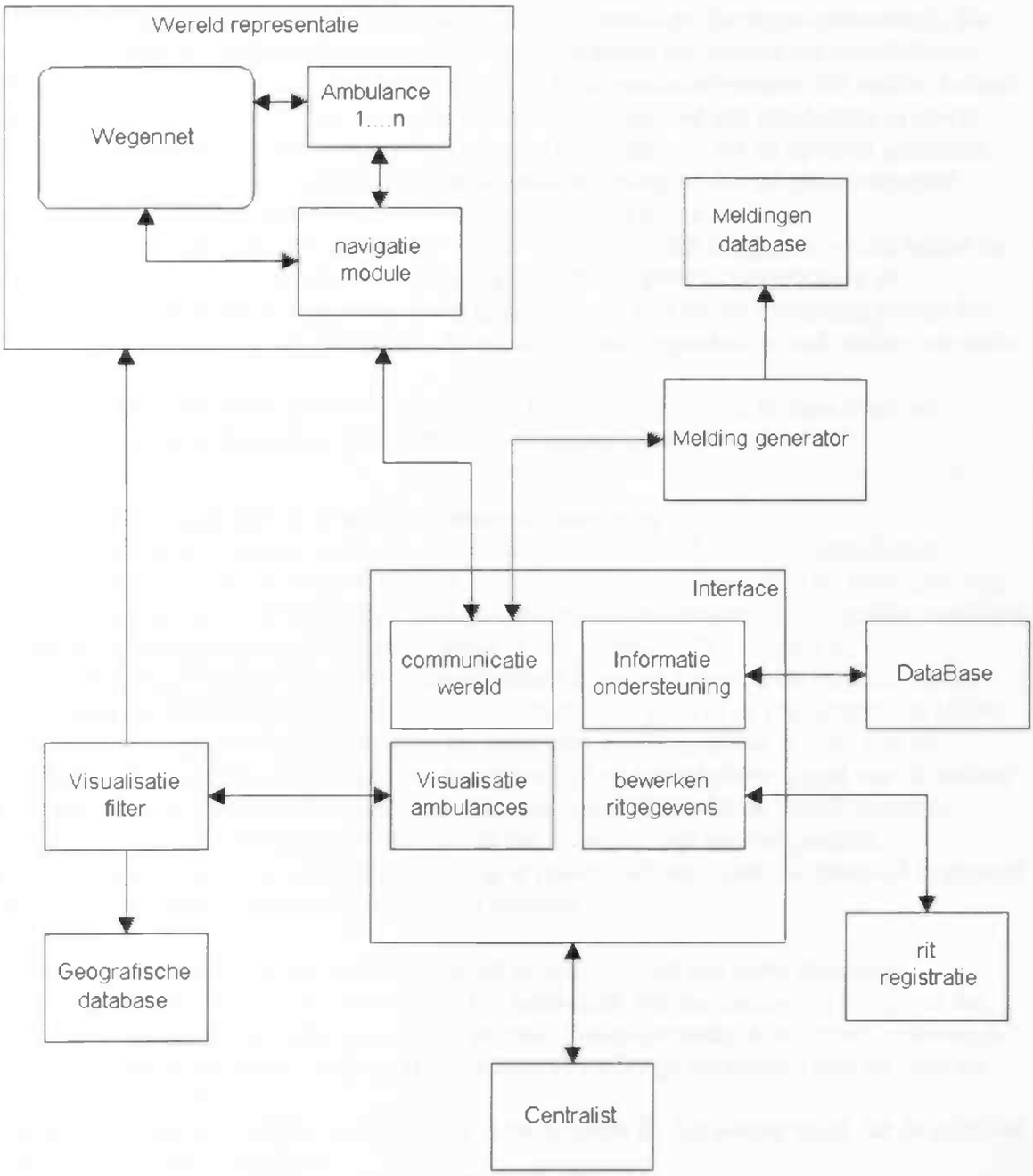
4.1. Methode

Het proces heeft de volgende weg gevolgd:

- Analyseren van de taak om inzicht te krijgen in de benodigde onderdelen die noodzakelijk zijn in de simulatie. De onderzoeksvragen en de technische realiseerbaarheid bepalen welke onderdelen er moeten komen en op welk niveau de onderdelen aangepast of uitgewerkt moeten worden. Omdat voor het onderzoek de nadruk ligt op de planning van ambulances, zijn bepaalde onderdelen van de taak naar de achtergrond geschoven (zoals medische kennis). Zo ontstaat er een beschrijving van de simulatie in functionele modules die met elkaar communiceren.
- Omdat we te maken hebben met een gedistribueerd systeem moet bepaald worden welke onderdelen waar (op welke computer) een plaats krijgen. Dit heeft dan meteen consequenties voor de communicatie. Modules die verdeeld zijn over meerdere computers moeten d.m.v. een protocol met elkaar communiceren over een netwerk verbinding.
  De onderdelen zullen stuk voor stuk de revue passeren en er zal besproken worden hoe ze gerealiseerd zijn (of gaan worden) binnen de architectuur van de digitale werkplaats.
- Als de basis van de simulatie gelegd is gaan we ons nauwkeuriger bezig houden met het interfacing aspect. Het nauwkeuriger uitwerken van dit aspect heeft zijn weerslag op bijna alle modules binnen de simulatie. Door een nog gedetailleerdere functie- en informatieanalyse toe te passen op de taak en taakomgeving kunnen de informatie-elementen en de samenhang daartussen bepaald worden op een zodanig niveau dat ze vertaald kunnen worden naar interfacecomponenten. Gepoogd wordt om de elementen en de relaties te beschrijven in functionaliteit zoals de gebruiker ze waarneemt (in tegenstelling tot een systeemfunctionaliteit). Vanuit deze functionaliteitbeschrijving zijn dan eenvoudig agents te definiëren die ingezet kunnen worden voor het uitvoeren van een bepaalde functie.
- Zo komen we uiteindelijk tot de architectuur die een interface mogelijk maakt die gebruikers-functioneel communiceert met de applicatie. De interface en de applicatie kunnen ontwerptechnisch gescheiden worden door gebruik te maken van een "application modeller" die als lijm dient tussen de systeemfunctionaliteit en de gebruikersfunctionaliteit. Het zorgt ervoor dat systeeminformatie in geschikte vorm beschikbaar wordt gesteld voor de interface (gebruiker).
- Voor het toepassen van zelfadaptatie moet de applicatie zelf tot een beslissing komen voor het aanpassen van de interface. Dit gebeurt naar aanleiding van de gebruikersinteractie. Voor zelfadaptatie moet de interface daarvoor zowel toegang hebben tot de invoer van de gebruiker als tot de toestand van het systeem.

4.2. Simulatie-omgeving

De eerste stap is het maken van een globaal ontwerp van de simulatieomgeving. De vraag die we moeten beantwoorden is welke taakonderdelen van de echte taakomgeving terug moeten komen in de gesimuleerde taakomgeving. Vervolgens moeten we bepalen welke functionele modules we daarvoor nodig hebben en hoe deze met elkaar interacteren. Figuur 4.1 geeft het globale functionele ontwerp van de simulatie.



Figuur 4.1 Functioneel ontwerp van de simulatieomgeving

De wereldrepresentatie bestaat uit een wegennet waarop ambulance-agents zich kunnen oriënteren. Het simuleert de ambulances die door de provincie rijden. De wereldrepresentatie wordt door de centralist gemanipuleerd door de ambulances opdrachten te geven en door de onderzoeker die bijvoorbeeld wegversperringen kan definiëren. De ambulance-agents die in de gesimuleerde wereld rondrijden kunnen autonoom naar een positie rijden. Dit doen ze door gebruik te maken van een navigatiemodule die de snelste weg naar een bepaalde positie uit kan rekenen. De module van de wereldrepresentatie wordt ondergebracht op de centrale controle-pc.
De centralisten moeten een registratie bijhouden van de ritten die gereden moeten gaan worden en van ritten die momenteel gereden worden. De registratie wordt vastgelegd in één centrale database die toegankelijk is voor beide centralisten. Deze rit-registratie module bevindt zich ook op de centrale controle-pc.

Meldingen worden gegenereerd door het script op de controle-pc (scenario-gebaseerd). De meldingen worden samengesteld uit een meldingen-database, die bestaat uit verschillende velden, zoals het soort ongeluk, patiëntgegevens en locatieomschrijvingen. De velden kunnen dynamisch gecombineerd worden hetgeen een zeer divers aanbod aan meldingen oplevert. Een ander voordeel van dynamisch samen te stellen ongevallen is dat ze op maat gesneden kunnen worden naar de omstandigheden van de taakomgeving en dus adaptief toegepast kunnen worden. Hiervoor zijn wel regels en selectiecriteria nodig.
Omdat er ook een GIS gebaseerde interface moet kunnen worden toegepast, wordt lokaal op elke centralisten-pc een geografische database geplaatst die gebruikt wordt door de tekenmodule om de kaart af te beelden. Er is gekozen voor een lokale oplossing, omdat het GIS een grote hoeveelheid aan informatie bevat, die lokaal toegankelijk veel sneller verwerkt kan worden.
De centralist kan naar wens andere informatie ter beschikking gesteld krijgen door het toevoegen van andere databases, bijvoorbeeld een digitaal telefoonboek.

4.2.1. Communicatie in een gedistribueerde omgeving

Binnen de digitale werkplaats zullen de verschillende taakonderdelen op verschillende computers draaien en wordt via een netwerk communicatie onderhouden. Het behouden van consistentie is een van de belangrijkste uitdagingen bij het ontwerpen van dergelijke real-time coöperatieve editing systemen (Sun, Jia, Zhang, Yang, Chen, 1998). Binnen de simulatieomgeving worden de meeste gebeurtenissen door het script op de centrale server gestuurd. Het script kan bijvoorbeeld de telefoon over laten gaan in de meldkamer en als we uitgaan van twee taakuitvoerders dan gaat bij beide een telefoonsignaal af. Eén van de centralisten zal de telefoon opnemen. Als dat gebeurt moet het telefoonsignaal van de andere taakuitvoerder stop gezet worden. Daarnaast bestaat nog de kans dat de taakuitvoerders gelijktijdig de telefoon opnemen, terwijl je wilt dat maar één van hen het gesprek daadwerkelijk aan kan nemen. Om dit mogelijk te maken hebben moet een protocol opgesteld worden dat consistentie garandeert binnen het systeem.

Om een indruk te geven van de werking van het protocol wordt een korte informele uitwerking geschetst naar het voorbeeld van het aannemen van de telefoon in het geval dat twee taakuitvoerders gelijktijdig coöperatief de taak. Taakuitvoerder A zit achter systeem A en taakuitvoerder B zit achter systeem B. Systemen A en B zijn verbonden met de centrale server via het netwerk.

1. De server stuurt een bericht naar systeem A en systeem B, dat ervoor zorgt dat de telefoon bij beide systemen overgaat.
2. Op een gegeven moment neemt taakuitvoerder A de telefoon op. Systeem A stuurt een bericht naar de server dat de telefoon opgenomen wordt in systeem A.
3. Taakuitvoerder B neemt ook de telefoon op en er gaat eveneens een bericht naar de server dat in systeem B de telefoon opgenomen wordt.
4. De server ontvangt op een gegeven moment het bericht van A en kent het gesprek toe aan systeem A door een bericht terug te versturen naar A met een bevestiging dat A het gesprek krijgt.
5. De server ontvangt het bericht van B dat de telefoon opgenomen wordt. Het gesprek is echter al vergeven aan A (volgens het principe "wie het eerst komt die het eerst maalt"). Er wordt een bericht naar systeem B gestuurd dat het gesprek niet gehonoreerd wordt.
6. Systeem A ontvangt het bericht van de server dat het gesprek aan hem toegewezen wordt.

4.2.2. Simulatie van de ambulances

De ambulances kunnen beschouwd worden als autonome agents binnen de simulatie. Dat betekent dat ze zich zelfstandig kunnen oriënteren binnen een representatie van het wegennet van de provincie Groningen. Het wegennet is onttrokken uit de geografische database van TeleAtlas en wordt gerepresenteerd als een aaneenschakeling van wegsegmenten. Elk wegsegment is van het type snelweg, hoofdweg of b-weg. De segmenten zijn gekoppeld aan straatnamen. Van een segment kan dus de naam worden opgezocht en omgekeerd kan bij een naam het bijbehorende segment worden gevonden.
Elke ambulance-agent maakt gebruik van een navigatiemodule. Als een ambulance-agent de opdracht krijgt om naar een locatie te rijden, dan wordt de navigatiemodule geraadpleegt voor het bepalen van de snelste weg. De navigatiemodule is uitgerust met een heuristische depth-first-search functie die telkens probeert de afstand tot het doel te minimaliseren. Dit levert een aantal wegen op die vervolgens op rijsnelheid worden doorgerekend. De rijsnelheid is afhankelijk van het type weg dat gereden wordt. De snelste weg wordt vervolgens teruggegeven aan de ambulance, die deze weg zal gaan rijden. (Dit werkt momenteel redelijk goed, maar behoeft nog verfijning). Voor het toepassen van intelligente adaptieve routeplanners verwijs ik gaarne naar het artikel van Rogers, Fiechter & Langley (1999).
De simulatie van de ambulances en het wegennet als module is een zelfstandige applicatie geworden die aangesproken kan worden via een netwerkverbinding. De redenen om er een zelfstandige applicatie van te maken zijn:

- Robuustheid. De module is gelijktijdig toegankelijk voor meerdere agents (centralisten, scenarioprogramma, agents die zorgen voor adaptatie). Als een van de programma's crasht, dan blijft de simulatie doordraaien.
- De computerbelasting. De wegendatabase is redelijk omvangrijk en er zijn 24 autonome ambulance-agents die parallel hun taak uitvoeren. Het doorrekenen van de te rijden wegen geeft piekbelastingen van het systeem. Toekomstige verfijning van de agents, zoals intelligenter gedrag, zal hoogstwaarschijnlijk ook meer rekencapaciteit vereisen.
- Eenvoudiger in onderhoud.

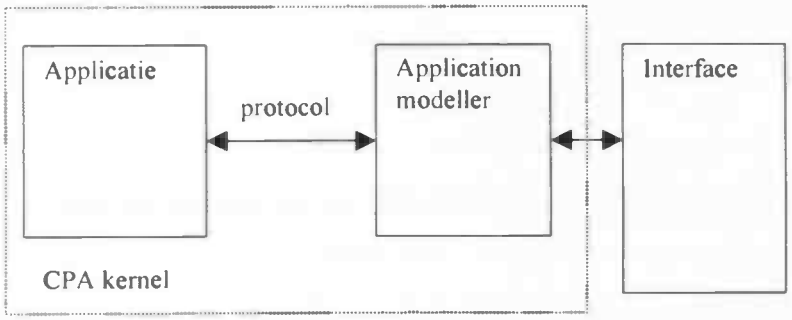
4.2.3. Rit-registratiemodule

De ritregistratie module is gelijktijdig toegankelijk voor meerdere centralisten. Het bevat twee dynamische lijsten. Eén lijst voor de registratie van ritten die momenteel afgewerkt worden en één lijst voor de registratie van ritten die in de toekomst gereden moeten worden. De lijsten bestaan uit ritformulieren, die de gegevens bevatten van o.a. de rit, patiëntgegevens en de ambulance die de rit verzorgt.

4.3. Scheiding interface en applicatie: application modeller

De applicatie is verantwoordelijk voor de functionaliteit van het systeem. De gebruikersinterface maakt communicatie mogelijk tussen de gebruiker en deze functionaliteit. De laatste jaren wordt steeds meer gewerkt naar een bewuste scheiding tussen de applicatie en de interface. Daar zijn verschillende redenen voor. Ten eerste ten aanzien van systeemontwikkeling en onderhoud. Aangezien misschien wel 50% van de programmeercode bedoeld is voor de gebruikersinterface en dat een groot percentage van het onderhoud zich puur richt op de interface, is er aanzienlijke besparing te behalen.
Een andere reden is de toename van netwerk-applicaties. Een goed voorbeeld is World-Wide-Web waar internetpagina's als interface dienen voor bijvoorbeeld databases. In dit geval draait de applicatie zelfs op een andere computer dan waar de interface op draait. Dit vereist software die communicatie verzorgt tussen de applicatie en de interface en die het mogelijk maakt om een nieuwe interface aan de applicatie te koppelen. Om dit te kunnen doen moet de software een impliciet of expliciet model hebben van de applicatie. Dit wordt ook wel een

"*application modeller*" genoemd. Dit model zou eigelijk gebaseerd moeten zijn op de blik van de gebruiker zoals deze tegen de semantiek van de applicatie aankijkt. Het model van de applicatie integreert in dat geval het gebruikers model. Voor het toepassen van adaptatie in de interface is deze architectuur buitengewoon geschikt, omdat het nu mogelijk is om verschillende interfaces op een applicatie toe te passen ten behoeve van verschillende groepen van gebruikers. Het omgekeerde is nu ook mogelijk. Eén enkele interface kan toegepast worden op verschillende applicaties die functioneel erg op elkaar lijken. Een dergelijke generieke interface is consistent en betekent voor de gebruiker dat deze zich niet telkens weer een nieuwe interface eigen hoeft te maken. Voor adaptatie werkt dit dus twee kanten op. Je zorgt eerst voor een optimale adaptatie van de interface aan de gebruiker en vervolgens kan deze interface toegepast worden op meerdere applicaties.
De architectuur zoals toegepast in de CPA-simulatie is weergegeven in figuur 4.2. De CPA-kernel is opgebouwd uit de applicatie en de application modeller. De application modeler dient als een functie-interface voor de applicatie. Het is een tussenlaag die dient om de applicatie functioneel te kunnen aanspreken.



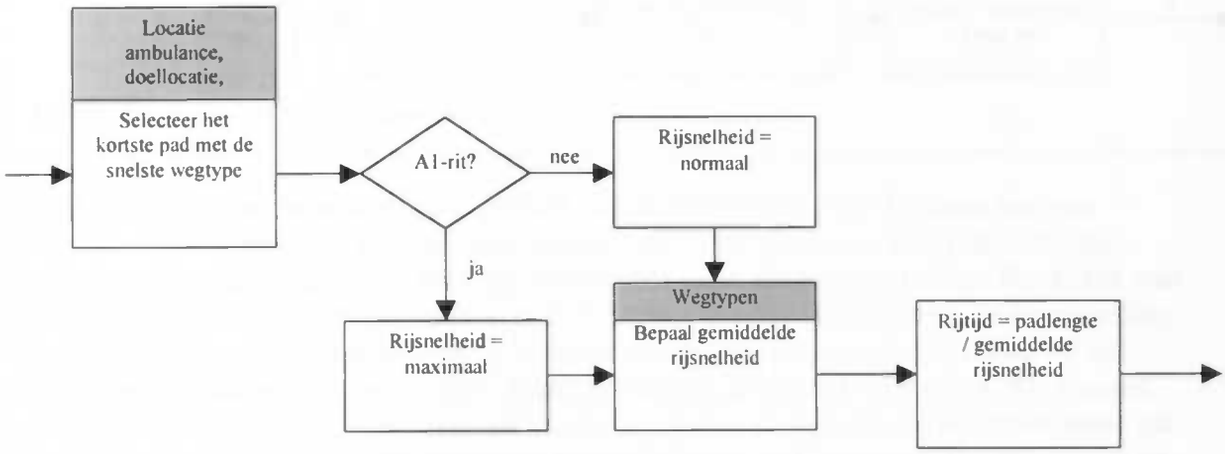
Figuur 4.2 Toepassing van de application modeller

4.4. Taak- en informatieanalyse

Als basis voor de taak-en informatieanalyse zijn de resultaten van R. Kramer (1999) gebruikt. Deze geeft een beschrijving van de taak in globale sub-taken. Voor het ontwerpen van een interface is echter een analyse tot op handelingsniveau noodzakelijk. Dit heeft geleid tot het uitschrijven van de taak in een stroomschema. Dit schema is weergegeven in bijlage B. Dit schema geeft tot op handelingsniveau aan welke stappen de centralist moet doorlopen. Met behulp van een scenario kan vervolgens dit schema doorlopen worden. Het aardige van een stroomschema is dat je verschillende niveaus van detail in een schema kan weergeven. Het schema bestaat uit functionele blokken en naar wens kan een blok intern weer uitgesplitst worden in functionele sub-blokken. Zo kunnen in een schema bepaalde onderdelen zeer gedetailleerd uitgeschreven worden, terwijl andere onderdelen waar je niet zoveel aandacht aan wilt besteden grover uitwerkt blijven.
De volgende stap is het uitvoeren van een informatie-analyse. Bij het doorlopen van het stroomschema wordt bij elk blok bepaald welke informatie-elementen noodzakelijk zijn voor het doorlopen van dat blok. Dit proces geeft de informatie-elementen een context waarbinnen ze gebruikt worden en legt relaties bloot tussen de informatie-elementen.

De centralist maakt een tijdschatting voor het bepalen van de totale ritduur voor een ambulance om van locatie A naar B te rijden. Dit gebeurt per ambulance telkens in principe

maar één maal en wel aan het begin van een rit. De totale ritduur van de ambulance wordt bepaald door het snelste pad te bepalen tussen locatie A en B. De heuristiek is het bepalen van de kortste weg, en vervolgens bepalen hoe snel er over dit pad gereden mag worden. De snelheid over dit pad is ook afhankelijk van de prioriteit van de rit. Bij A2 en A3 ritten wordt de normale verkeerssnelheid aangehouden. Echter bij een A1-rit wordt zo snel mogelijk gereden met de zwaailichten aan. Dat betekent dat op dat moment een ambulance misschien wel 80 km/uur rijdt op een weg waar normaal 50 gereden mag worden. De uiteindelijke snelheid wordt bepaald door het wegtype.



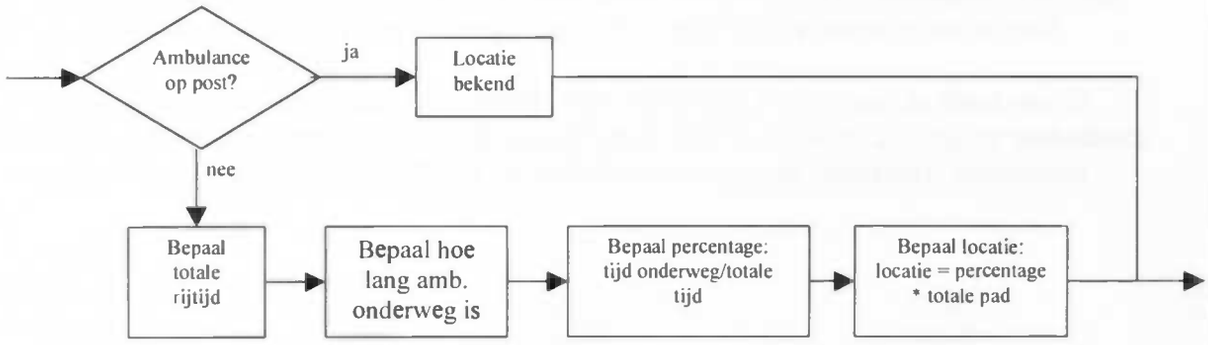
Figuur 4.1 Bepalen van de rijtijd van een ambulance naar de doellocatie

De informatie-elementen die van belang zijn bij het bepalen van de rijtijd:

- locatie ambulance
- doellocatie
- de wegtypen op het te rijden pad
- soort rit
- de snelheid waarmee de ambulance over een bepaald type weg kan rijden

Een pad dat gereden wordt bestaat over het algemeen uit meerdere wegtypen, bijvoorbeeld een stuk snelweg in combinatie met stukken b-weg.

Voor het schatten van de locatie van een rijdende ambulance maakt de centralist gebruik van de vertrektijd van de ambulance en de huidige tijd. In de meeste gevallen heeft de centralist nog in het geheugen zitten welke weg de ambulance volgt en hoelang de totale ritduur is. Als de ambulance tien minuten geleden vertrokken is voor een rit van twintig minuten, dan zal de ambulance zich ongeveer op de helft van het traject bevinden.
Op de kaart of in het geheugen is dan te achterhalen wat de locatie van de ambulance is. Hiervoor moet het pad (aangegeven met begin- en eindlocatie) bekend zijn.



Figuur 4.3 Bepalen van de locatie van een ambulance

De centralist maakt op twee manieren gebruik van de informatie over de status van een ambulance. Als de centralist een ambulance moet selecteren voor een A3-rit moet hij/zij rekening houden met de algehele dekking van de provincie. De selectie is dus afhankelijk van de status van de andere ambulances en van de A3-ritten die nog gaan komen. In tegenstelling tot de A1/A2 rit waarbij het enkel om de locatie van het ongeval draait, is er bij de A3-rit keuze uit twee locaties vanwaar een geschikte ambulance gekozen kan worden. Als iemand uit Winschoten naar het AZG gebracht moet worden, dan is er de keus om een ambulance uit Winschoten deze taak uit te laten voeren of een ambulance uit Groningen. De ambulance uit Winschoten zal in dat geval vol heen en (eventueel) leeg terug rijden. Omgekeerd zal de ambulance uit Groningen leeg naar Winschoten rijden, om vervolgens met de patiënt terug naar Groningen te rijden. Het meest efficiënte in dit geval is om de ambulance uit Winschoten te selecteren, omdat deze meteen aan de klus kan beginnen. Op de terugweg naar Winschoten is de ambulance weer vrij inzetbaar. De ambulance uit Groningen daarentegen rijdt eerst drie kwartier leeg naar de patiënt (en niet inzetbaar voor andere taken) en rijdt vervolgens met de patiënt terug naar Groningen. De ambulance uit Winschoten is dus na drie kwartier weer beschikbaar, terwijl de ambulance uit Groningen anderhalf uur niet beschikbaar is. De centralist zal er dus de voorkeur aan geven om een ambulance meteen te vullen. Dit speelt echter minder mee als er ritten gecombineerd kunnen worden. Als patiënt X van Winschoten naar Groningen moet en patiënt Y moet van Groningen naar Winschoten, dan kunnen beide ritaanvragen eventueel door één ambulance afgewerkt worden. Een ambulance uit Winschoten brengt patiënt X naar Groningen en rijdt vervolgens terug naar Winschoten met patiënt Y. De centralist moet dus zodanig plannen dat de ambulances zo weinig mogelijk leeg rondrijden. Ritten combineren levert op dit gebied dus aanzienlijke winst en is een goede strategie om toe te passen. Voor dit doel is een adaptief systeem dat adviseert in het combineren van ritten goed inzetbaar. De uiteindelijke keuze van de gebruiker kan dan gebruikt worden om het systeem te laten leren, er vanuit gaande dat de gebruiker de goede keuzes maakt.

Welke ondersteuning kan het systeem de centralist bieden om het combineren van ritten te stimuleren? Laten we om een antwoord te krijgen op die vraag eerst kijken naar voorwaarden die er moeten zijn om twee ritten met elkaar te kunnen combineren. Ten eerste moeten de doellocatie van patiënt A in de buurt zijn van de het ophaaladres van patiënt B. De tweede voorwaarde is dat de aankomsttijd van patiënt A in de buurt moet liggen (en uiteraard het liefst iets eerder) dan de vertrektijd van patiënt B. Een derde criterium dat meespeelt is de doellocatie van patiënt B. Deze zou idealitair zo dicht mogelijk bij de thuispost van de ambulance moeten zijn. Een ambulance uit Winschoten stuur je het liefst niet door naar

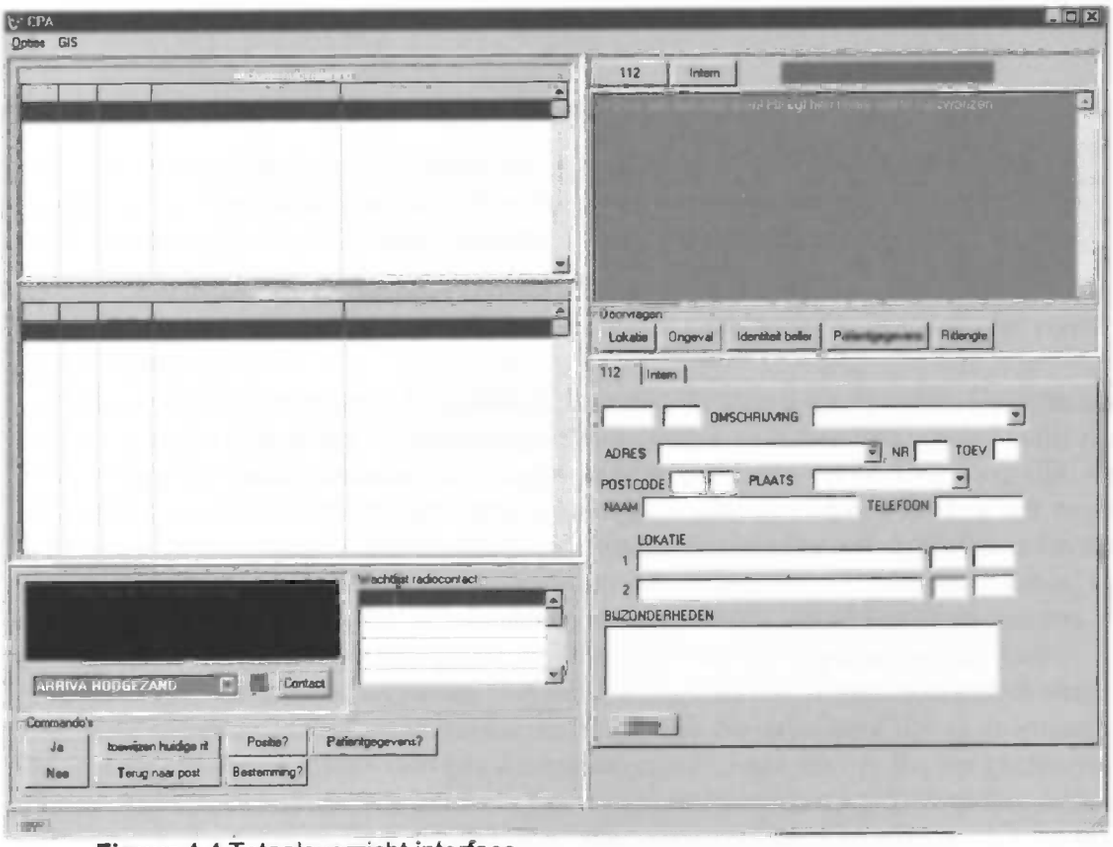
Zoutkamp, omdat de kans op een lange lege terugrit groot is en dus niet opweegt tegen de winst die je hebt met het combineren. Een centralist zal dus proberen de ambulances zoveel mogelijk binnen de eigen regio van de post in te zetten en bij het verlaten ervan zo snel mogelijk terug te laten komen.
De centralist schat de totale rijduur van een rit in en bepaalt de positie aan de hand van de verstreken tijd sinds het vertrek. Is de helft van de totale tijd verstreken, dan zal de ambulance ongeveer halverwege zijn. Hiervoor heeft de centralist de volgende informatie-elementen nodig:

- Vertrektijd
- vertrekpunt
- doellocatie
- soort weg waarover gereden wordt
- obstakels
- de huidige tijd

Communicatie
Een van de eisen die gesteld is heeft betrekking op een tekstuele communicatievorm van de meldkamer met de ambulance-agents. Om te zorgen voor een robuuste communicatie is gekozen voor een beperkte commandoset die ter beschikking staat van de centralist. Elke agent bezit een beperkte eigen set van commando's die de centralist kan gebruiken om met de agent te kunnen communiceren. Een voorzet voor mogelijke communicatie met de agents is uitgewerkt in bijlage B.

4.5. *Registratie-eenheden*

Figuur 4.4 toont een prototype interface met alle onderdelen die minimaal noodzakelijk zijn om de taak van de centralist uit te kunnen voeren. Linksboven staan twee lijsten die overzicht geven over de ritten die gereden worden en die gepland zijn. Linksonder bevindt zich het radiopaneel, waarmee de centralist kan communiceren met de ambulances. Rechtsboven bevindt zich het telefoonpaneel, met daaronder het ritregistratieformulier.



Figuur 4.4 Totaaloverzicht interface

4.5.1. *Overzicht van de ritten*

Figuur 4.4 toont linksboven de twee overzichtslijsten van de ambulances. De indeling is grotendeels overgenomen van de bestaande interface die momenteel wordt gebruikt op de meldkamer. De bovenste lijst bevat de rijdende ambulances die bezig zijn met het afwerken van een melding. De onderste lijst bevat de geplande ritten. Deze zijn nog niet gekoppeld aan een ambulance. Zo gauw een ambulance aan een ritformulier wordt gekoppeld, wordt automatisch de rit in de bovenste lijst geplaatst. Door een rit aan te klikken uit de lijst wordt het bijbehorende ritformulier naar voren gebracht.

4.5.2. *De ritformulieren*

Op de ritformulieren worden de gegevens van een rit bijgehouden. Het formulier is vrij rechttoe rechtaan. Een belangrijk aspect om te noemen is de slechts beperkte mogelijkheid van de gebruiker om vrij velden in te voeren. Bij de meeste velden kan slechts een beperkte keuze worden gemaakt omwille de robuustheid van de simulatie. Door voorgedefinieerde keuzes te geven weet je zeker dat enkel geldige invoer wordt gegeven. Bovendien is een syntax-check niet meer nodig. De wel vrij in te vullen velden zijn minder gevoelig voor

ongeldige invoer, zoals de naam of het telefoonnummer. Het verkeerd invoeren van het telefoonnummer straft enkel de gebruiker en brengt het systeem niet in verwarring.
Er wordt gebruik gemaakt van twee verschillende ritformulieren: één voor de registratie van A1/A2 ritten en voor de registratie van A3-ritten. Bij een A3-rit worden namelijk andere gegevens ingevoerd dan bij A1/A2-ritten. Bij het aanmaken van een nieuw ritformulier worden de datum, tijd en ritnummer automatisch door het systeem ingevuld. Een ritformulier kan ook gekloond worden. In dat geval worden alle gegevens van het originele formulier gekopieerd naar het nieuwe formulier, met als enig verschil dat de datum, tijd en het ritnummer automatisch worden aangepast. Het nieuw aanmaken en klonen van een formulier wordt mogelijk gemaakt door twee knoppen.

4.6. Ontwerp van de communicatie-eenheid

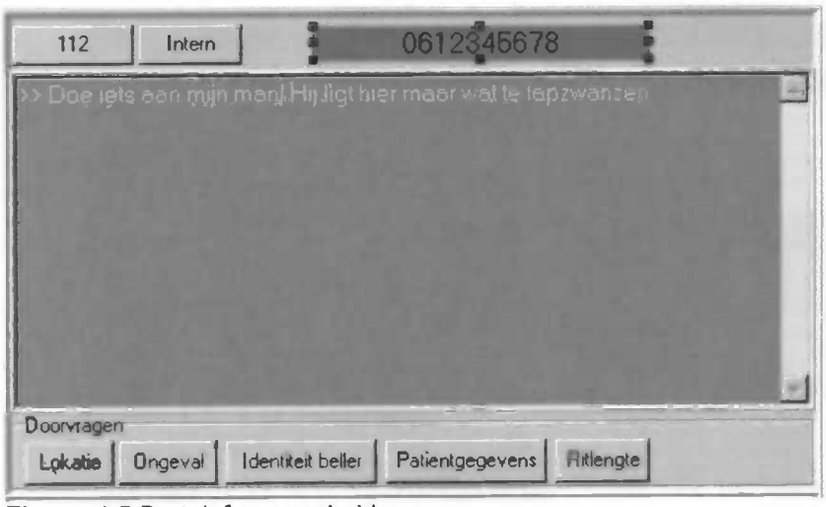
Het ontwerp van de communicatie-eenheden is sterk bepaald door de eis van tekstuele communicatie met de agents binnen de simulatie. Het ontwerp richt zich op het zo dicht mogelijke benadering van de verbale communicatiemogelijkheden.

4.6.1. Tekstuele versus verbale communicatie

De keuze voor tekstuele communicatie levert een aantal problemen op die zich niet voordoen bij verbale communicatie.

- Verbale en visuele informatie kan parallel verwerkt worden door de mens. De centralist kan in dat geval tijdens het luisteren gegevens invoeren, of informatie visueel controleren. Kies je voor tekstuele communicatie, dan is er geen parallelle verwerking mogelijk, omdat nu zowel de communicatie als het invoeren van gegevens een beroep doet op het visuele geheugen. Dit betekent dat de er telkens een aandachtswisseling noodzakelijk is tussen het communicatievenster en de overige onderdelen van de interface. Dit houdt in dat bij een nieuwe communicatiemelding de aandacht van de centralist getrokken moet worden, omdat anders het gevaar bestaat dat de melding over het hoofd gezien wordt. Een mogelijke oplossing is het toepassen van telefoon signaal om de aandacht te trekken.
- Tekstuele communicatie mist de impliciete informatie die gecodeerd ligt in de intonatie van een zin. Intonatie lost in veel gevallen ambiguïteit in een zin op. Bij het kiezen van de zinnen die in de communicatie gebruikt gaan worden moet hierop gelet worden. Een zin als "*Ik neem de afslag rechts voor Winsum*" kan geïnterpreteerd worden als "*Ik neem de afslag rechts die net voor Winsum ligt*" of als "*Ik neem de afslag rechts zodat ik in Winsum kom*".
- Auditieve communicatie heeft een vluchtig karakter. Het auditieve geheugen heeft een capaciteit van rond de twee a drie seconden. Tekstuele informatie daarentegen staat gedrukt en is daarmee permanent en telkens weer opnieuw leesbaar. Om tekstueel toch zo dicht mogelijk de eigenschappen van auditieve communicatie te benaderen is gekozen voor een beperkt tekstvenster, waar slechts enkele zinnen in passen en voor het gedoseerd aanbieden van zinnen, afgestemd op een normaal spreektempo.

4.6.2. 'Telefoon'-interface



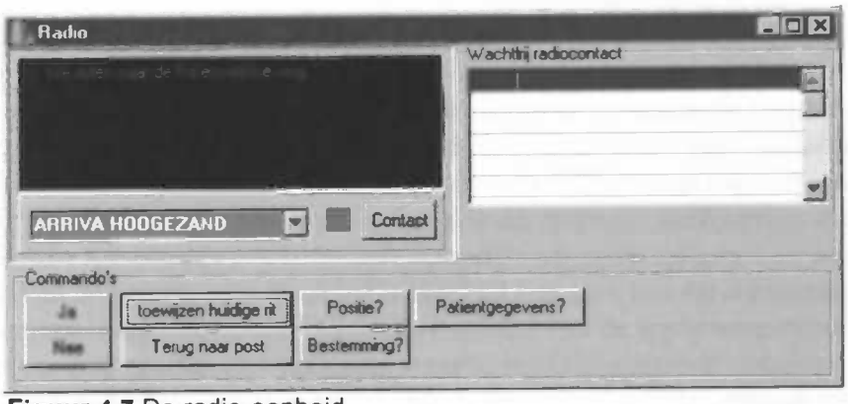
Figuur 4.5 De telefoon-eenheid

Figuur 4.5 toont een ontwerp van de telefoon-eenheid waarmee de telefooncommunicatie die in werkelijkheid verbaal plaatsvindt wordt gesimuleerd. Ontwerpoverwegingen om een zo goed mogelijke benadering van telefooncommunicatie na te bootsen:

- De knoppen '112' en 'intern' zijn de aannameknoppen van de telefoon. De '112'-knop begint te knipperen en een belsignaal klinkt als er iemand een A1 of A2 rit aan wil vragen. De 'intern'-knop begint te knipperen als betrokken instanties bellen, zoals artsen, ziekenhuizen e.d. Dit kunnen A1, A2 en A3 ritten zijn.
- De tekst die binnenkomt wordt niet in één keer getoond, maar wordt regel voor regel aangeboden wat de nadruk legt op het sequentiële aspect van gesproken tekst.
- Een in de lengte smal tekstvenster simuleert het beperkte auditieve geheugen. In de meldkamer heeft men de mogelijkheid om achteraf een gesprek nog eens te beluisteren, omdat het opgenomen wordt. In de interface maakt de scrollbar in het tekstvenster het mogelijk om de tekst weer terug te halen.
- De commando's die de centralist kan geven zijn als knoppen weergeven onder het tekstvenster. Aangezien er maar een paar commando's zijn, is deze configuratie geschikt.

4.6.3. Radio-interface

Figuur 4.7 toont het interface-onderdeel voor radiocommunicatie.



Figuur 4.7 De radio-eenheid

De radio-interface bestaat uit drie onderdelen. Linksboven zien we het tekstvenster die de gesprekken van het ambulancepersoneel toont. De combobox geeft aan met welke ambulance momenteel contact wordt onderhouden. Deze combobox bevat alle ambulances en posten waarmee gecommuniceerd kan worden. Door op de knop ***Contact*** te klikken wordt raidocontact gemaakt dan wel verbroken. Zolang er radiocontact is brand het groene lampje. Als er geen contact is, is het lampje uit. Rechtsboven is de wachtrij geplaatst. Hierin komen de ambulances te staan die contact zoeken met de centralist. Telkens als een ambulance zich meldt gaat dit gepaard met een geluidssignaal. De centralist selecteert vervolgens zelf uit de wachtrij de ambulance met wie hij of zij contact wil maken. Dit kan door de ambulance in de wachtrij aan te klikken, waardoor deze in de communicatie-combobox wordt geplaatst. Daarna kan contact worden gemaakt. Bij het verbreken van het contact (door weer op ***Contact*** te klikken) verdwijnt alle tekst in het tekstvak. De onderste groep bevat de knoppen voor de communicatie met het ambulance-personeel. Deze zijn alleen actief als er contact is met een ambulance.

De ontwerpoverwegingen:

- Voor- en achtergrondkleur van het radio-tekstvenster zijn van een andere kleur dan het telefoon-tekstvenster, om een duidelijker onderscheid te maken tussen beide eenheden.
- De combo-box waarin staat met welke ambulance momenteel contact is gemaakt staat dicht bij het tekstvenster en de contact-knop. De centralist ziet dan in één oogopslag met welke ambulance contact gemaakt wordt.
- In het tekstvenster wordt geen echo gegeven van de commando's die de centralist heeft gegeven om zo een directer gevoel van contact te verkrijgen. Bij een echo ga je je eigen commando's weer lezen, hetgeen niet echt relevant is.
- Elke zin die binnenkomt gaat gepaard met een geluidssignaaltje, zodat de centralist geattendeerd wordt op een melding. Dit is een belangrijk element, omdat de centralist bezig kan zijn met andere taken en niet de ogen gericht heeft op het communicatiescherm.

4.7. Adaptieve geografische ondersteuning: een interface-voorbeeld

Alle eerder genoemde interfaceonderdelen zijn de enige geautomatiseerde systeemonderdelen die men momenteel gebruikt worden op de CPA in Groningen. Enige geautomatiseerde geografische ondersteuning wordt hen niet geboden. Enkel een papieren kaart van de stad en provincie dient als ondersteuning. Voor experimenten met de simulatie is gekozen voor het

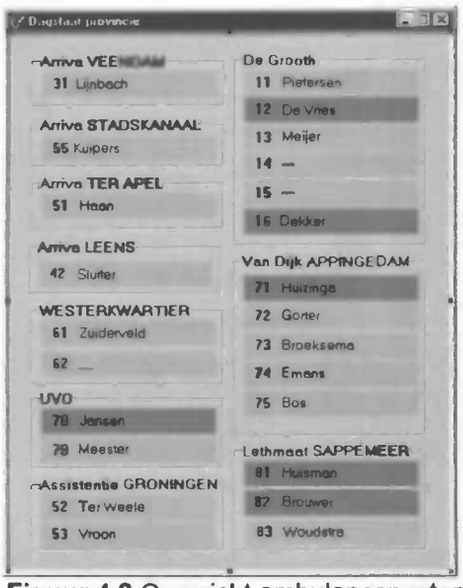
toepassen van verschillende vormen van taakondersteuning die betrekking hebben op de geografische aspecten in de taak. De twee uiterste vormen in dit geval zijn aan de ene kant de lijstinterface en aan de andere kant een GIS-systeem met daarop de nodige informatie geprojecteerd. De lijstinterface geeft een overzicht van de posten en de status van de ambulances die bij die posten horen. Het geeft een zeer beperkt beeld van de dekking van de provincie en er moet nog veel onthouden worden door de centralist, zoals bijvoorbeeld de positie van de ambulances die onderweg zijn. Een GIS-systeem maakt het onthouden van de locaties van de ambulances niet meer nodig, omdat deze dynamisch geprojecteerd worden op een geografische kaart. In dit voorbeeld komen verschillende niveaus van adaptatie voor. De eerste vorm van adaptatie vinden we terug in het feit dat er twee interfacevormen ontwikkeld worden die dezelfde functionele rol vervullen, namelijk het ondersteunen van de centralist bij het achterhalen van de positie van de ambulances. Het laat zien hoe op eenvoudige wijze een andere interfacevorm toegepast kan worden door middel van de application modeller. Daarnaast wordt er een voorbeeld uitgewerkt waarbij het GIS-systeem zelf zorgt voor de adaptatie, door aan de hand van de interactie met de gebruiker zelf de uitsnede van de geografische kaart te bepalen.

4.7.1. Ontwerp van de lijst-interface

De lijstinterface is geïnspireerd op de interfacevorm zoals die toegepast wordt door Wong, O'Hare & Sallis (1998) en de papieren ambulance-overzichtslijst zoals die gebruikt wordt op de CPA Groningen. Bij het ontwerp van de lijstinterface wordt er vanuit gegaan dat de ambulances niet traceerbaar zijn met een GPS (Global Positioning System). Dit betekent dat de positie van de ambulances door de centralist zelf bijgehouden moet worden. De centralist heeft de beschikking over een papieren kaart van de provincie, waarop locaties opgezocht kunnen worden.

Laten we nog eens een nauwkeurige blik werpen op de selectie van een ambulance voor een 112-rit. Nadat de centralist de doellocatie uit het hoofd of met behulp van de kaart heeft achterhaald, zal bepaald moeten worden welke ambulance het dichtste in de buurt is. De dichtstbijzijnde posten zijn in dit geval relevant, want het is het meest waarschijnlijk dat een ambulance van deze posten het dichtste in de buurt is. Staan de ambulances op de post, dan is de locatie van deze ambulances direct bepaald (de centralist weet immers waar de posten staan). Van de ambulances die onderweg zijn, zijn vervolgens alleen de lege ambulances relevant. De positie van de ambulance wordt bepaald door te interpoleren tussen het vertrekpunt en de doellocatie.

Figuur 4.8 toont een eerste ontwerp dat een overzicht geeft van de posten en de daarbij horende ambulances. Een belangrijk informatie-element bij het overzicht is of de ambulances op de posten staan of onderweg zijn. Dit is voornamelijk van belang bij het selecteren van een ambulance voor een A1/A2 rit. Door gebruik te maken van kleur wordt zichtbaar of een ambulance beschikbaar is of niet, in dit geval zijn de donker weergegeven ambulances onderweg. De spatiële lay-out van de posten in de lijst in figuur 4.8, die overgenomen is van de dagstaat zoals die op de CPA gebruikt wordt, is niet compatibel met de geografische ligging tussen de posten. Wong, O'Hare & Sallis (1998) komen tot de volgende conclusies nadat ze nadat ze onderzoek hebben verricht naar een gelijksoortige interface van een ambulancedienst

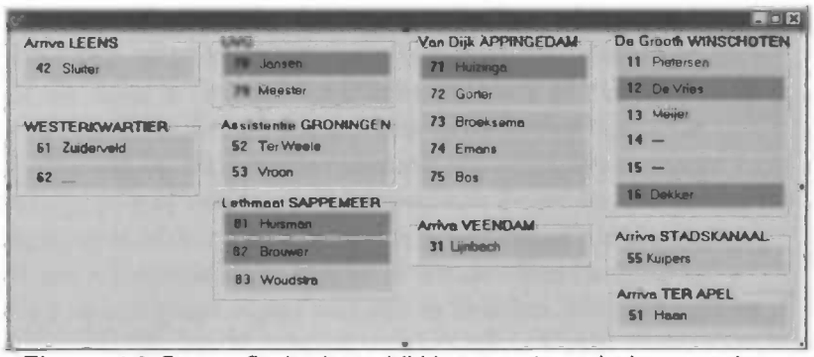


Figuur 4.8 Overzicht ambulanceposten

in Nieuw Zeeland:

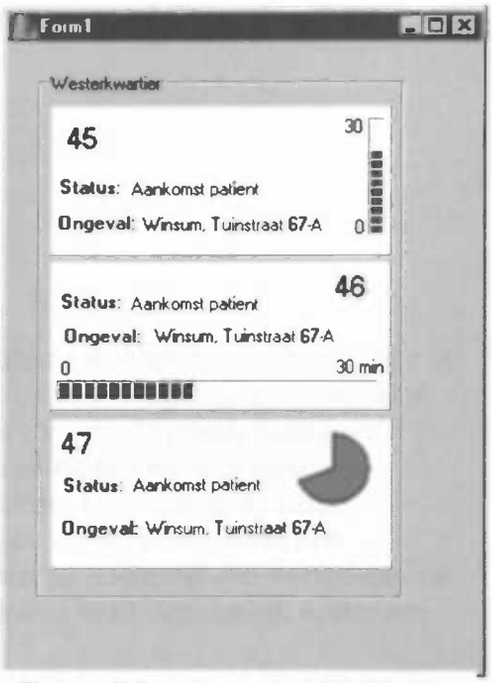
1. De lay-out van de interface en de geografische relaties tussen de posten sneller geleerd wordt als deze met elkaar overeenstemmen.
2. De centralist kan zonder kennis van de geografische ligging van de posten toch eenvoudig naburige posten herkennen. Het inschakelen van naburige posten gebeurt regelmatig bij de taakuitvoering van de centralist.

Dit resulteert in een tweede ontwerp zoals weergegeven in figuur 4.9. In dit ontwerp hebben de ambulanceposten een spatiële rangschikking die overeenkomt met de werkelijkheid.



Figuur 4.9 Geografische herschikking van de ambulanceposten

Het volgend aspect dat in de interface verwerkt moet worden, is het ondersteuning in het identificeren van de locatie van de rijdende ambulances. Het eerste informatie-element dat de centralist hiervoor nodig heeft, is het pad dat de ambulance aan het rijden is. Dit kan eenvoudig aangegeven worden door de start- doellocatie te vermelden in de interface. Waarschijnlijk herinnert de centralist in één oogopslag weer het pad dat de ambulance rijdt. Zo niet dan kan met deze informatie het pad worden gereconstrueerd. Een omschrijving van het ongeval is ook een belangrijk informatie-element om te herinneren om welke situatie het gaat en zal dus ook in de interface verwerkt worden.
Het aangeven van de tijd hoelang de ambulance reeds onderweg is kan op verschillende manieren aangegeven worden. Eén manier is het vermelden van de vertrektijd, zodat deze vergeleken kan worden met de huidige tijden. Een paar andere opzetjes zijn weergegeven in figuur 4.10. Het idee is om de centralist de mogelijkheid te geven om een tijdschatting van de ritlengte in het systeem in te voeren. Deze schatting kan dan bijvoorbeeld weergegeven worden in een metertje dat terugtelt naar nul, en dat op die manier weergeeft hoe lang het nog duurt voordat de ambulance bij de doellocatie aankomt. De keuze van de vormgeving van het metertje is blijkt niet triviaal. Een verticale meter, zoals in het bovenste blok van figuur 4.10 kan geassocieerd worden met een zandlopertje dat leegloopt. Het geeft dus in dat geval aan hoe lang het nog duurt voordat de ambulance op de locatie aankomt. Een horizontale meter, zoals weergegeven in het tweede blok in 4.10, zal echter eerder aangezien worden als een progressiemeter, die langzaam volloopt. Dit geeft dan meer een maat aan voor het percentage van de weg dat gereden is door de ambulance. Het onderste blok in figuur 4.10 toont een taartpunt, die overeen komt met een klok. Het geeft aan hoeveel minuten de ambulance nog bezig is met de rit. Wat deze drie voorbeelden laten zien is dat feedback zeer belangrijk is voor het waarnemen van dynamiek. Omdat de



Figuur 4.10 3 manieren van statusweergave

metertjes, zoals die toegepast zijn in figuur 4.10, in de tijd niet sterk veranderen, kan in één oogopslag slecht worden bepaald of ze aftellen of progressie aangeven.

4.7.2. GIS-interface

Als tegenhanger van de lijstinterface heb ik een interface ontwikkeld op basis van een GIS (Geografisch Informatie Systeem) en GPS (Global Positioning System). Met een GPS kan de locatie van de ambulances tot op enige tientallen meters bepaald kan worden. De combinatie van GIS en GPS biedt de mogelijkheid om een dynamische kaart toe te passen.
De geografische data voor dit systeem zijn onttrokken uit een geografische database van de provincie Groningen van de firma Tele Atlas te Brussel. Er is gekozen voor een vector-representatie i.p.v. bitmaps, omdat het veel flexibelere adaptatiemogelijkheden biedt. De vector-representatie maakt het mogelijk om op elk gewenst moment de weergave ervan te veranderen. Zo kan er bijvoorbeeld ingezoomd worden met behoud van detail en kan gekozen worden om bijvoorbeeld alleen wegen en stadskernen af te beelden. Het enige probleem van een vectorrepresentatie is de benodigde rekenkracht die vereist is om de afbeelding op te bouwen. Een snelle grafische kaart in de computer is dan ook aan te bevelen. Uit de database zijn de volgende elementen onttrokken die afgebeeld kunnen worden op de kaart:

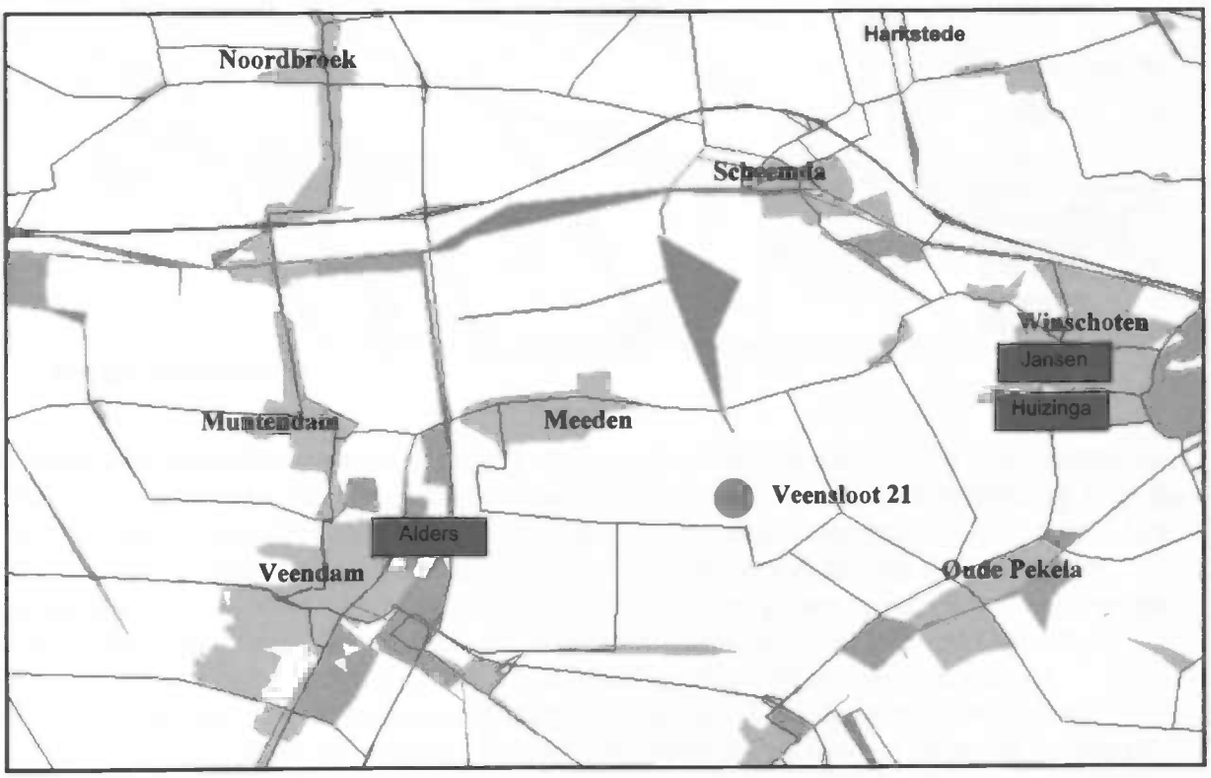
- de provinvie
- stadskernen
- water
- bos / parken
- snelwegen
- hoofdwegen
- B-wegen
- straatnamen en postcodes

Alle andere kaartelementen zijn bewust weggelaten, omdat ze te gedetailleerd zijn. Uit bovengenoemde elementen wordt een achtergrondkaart samengesteld, waarop de volgende dynamische elementen geprojecteerd kunnen worden:

- ambulances
- posten
- plaats van het ongeval
- doelbestemming van een ambulance
- ziekenhuizen
- het pad dat een ambulance rijdt
- tekstuele informatie

Deze dynamische elementen kunnen naar believen geanimeerd worden, bijvoorbeeld door de objecten te laten knipperen of bewegen. De GIS-interface geeft de mogelijkheid te bepalen welke elementen je ziet en in welke kleur. De instellingen voor een bepaalde weergave kunnen bewaard worden en zijn weer oproepbaar. Zo kan gewisseld worden tussen de verschillende vormen van weergave. Bovendien kan ingezoomd worden op de kaart.
De configuratie in de digitale werkplaats ziet er als volgt uit. Op de wand wordt een overzichtprojectie gemaakt van de provincie d.m.v. een beamer. Deze zal niet veranderen en dient als oriëntatiekaart voor beide centralisten. Elke centralist heeft persoonlijk echter een eigen GIS ter beschikking op een tweede monitor.
De adaptatie van de GIS interface kan op drie manieren plaatsvinden. Ten eerste kan de gebruiker de mogelijkheid worden geboden om te kiezen voor bepaalde instellingen. Daarnaast kan de onderzoeker een aantal configuraties van weergave samenstellen om die te testen op verschillende proefpersonen. Tot slot is er nog het systeem zelf dat aanpassingen

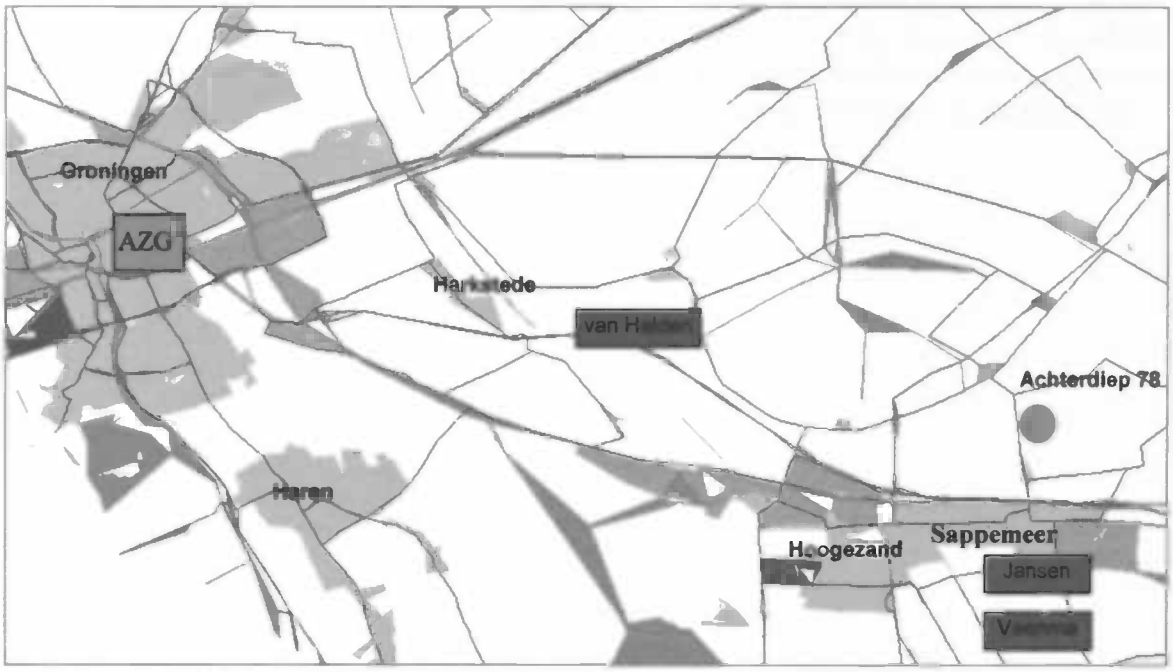
kan doen aan de weergave van het GIS. Het systeem bepaalt aan de hand van de interactie met de gebruiker welke informatie getoond moet worden. Twee vormen van adaptatie door het systeem heb ik verder uitgewerkt.
In het eerste voorbeeld wordt het systeem uitgerust met twee voorgeprogrammeerde modi van weergave van het GIS. Modus 1 ondersteunt de gebruiker in het selecteren van een ambulance voor A1 en A2-ritten, modus 2 voor A3-ritten. Aan de hand van de interactie met de gebruiker bepaalt het systeem of de centralist bezig is met toewijzen van een A1/A2-rit of van een A3-rit en zal respectievelijk modus 1 of modus 2 laten zien. In dit voorbeeld gebruiken we een heel eenvoudig criterium voor het bepalen hiervan. Heeft de centralist net een 112-ritformulier ingevuld, dan betekent dat dat er vervolgens een ambulance voor een A1/A2-rit geselecteerd moet worden. Het systeem toont modus 1 op het GIS. In alle andere gevallen wordt modus 2 getoond.



Figuur 4.11 Modus 1

Figuur 4.11 toont modus 1. Modus 1 adapteert zich door zodanig in te zoomen op de kaart dat het de locatie van het ongeval toont en minimaal de drie meest dichtstbijzijnde beschikbare ambulances. De beschikbaarheid van de ambulances kan achterhaald worden uit statuslijst die bijgehouden wordt in het systeem. Hun coördinaten worden vervolgens aan de schalingsmodule gevoed, zodat die de juiste zoomfactor kan berekenen.

Figuur 4.12 toont modus 2, bedoelt als ondersteuning voor het selecteren van A3-ritten. De modus adapteert de schalingsfactor van de kaart zodanig dat zowel het ophaaladres als de doellocatie zichtbaar zijn en minimaal de drie meest dichtstbijzijnde beschikbare ambulances bij het ophaaladres.



Figuur 4.12 Modus 2

Een nog niet geïmplementeerde adaptieve variant voor betere ondersteuning voor selectie van ambulances voor A3-ritten is een module die zichtbaar maakt hoe de huidige dekking is en die een voorspelling kan doen over hoe de dekking er in de nabije toekomst uit komt te zien. Het belangrijkste onderdeel voor dit systeem vormt de navigatiemodule waar de ambulance-agents gebruik van maken. Deze module zoekt de snelste weg naar een doellocatie. Door een eenvoudige aanpassing in module kan de dekking berekend worden. Dit werkt als volgt:
Een ambulance bevindt zich op positie A. Er moet bepaald worden welke punten de ambulance kan bereiken binnen een kwartier tijd. Een bruikbare zoekfunctie voor een dergelijk probleem is een heuristische breath-first-search (BFS) functie. Deze kan toegepast worden, omdat de weg opgebouwd is als een graaf. Een BFS-functie doorzoekt een graaf in de breedte, tot een bepaalde diepte is bereikt. In dit geval is de maximale diepte bereikt als de ambulance 15 minuten heeft gereden. De heuristiek die toegevoegd wordt aan deze functie is dat alleen wegen doorzocht worden die van positie A weglopen. Dit voorkomt dat er in rondjes gezocht gaat worden. Het gebied dat bestreken wordt door de eindpunten is het dekkingsgebied van één ambulance. Door nu voor elke beschikbare ambulance het dekkingsgebied te berekenen kan achterhaald worden welke gebieden niet bedekt worden. Deze methode voor het bepalen van de dekking is zeer nauwkeurig en rekenintensief. Het is misschien raadzaam om grover te zoeken.
Om nu een schatting te kunnen maken van de dekking over bijvoorbeeld 10 minuten, kan van elke ambulance, gebruik makend van de navigatiemodule, berekend worden wat hun positie is op dat moment. Met die posities kan je weer een dekkingsberekening gaan uitvoeren.
De module die de dekking op deze wijze berekent, is nu op twee manieren inzetbaar voor het toepassen van adaptatie. Ten eerste kan het ingezet worden om de gebruiker te ondersteunen. Het systeem kan bijvoorbeeld een melding geven dat het selecteren van een bepaalde ambulance voor een A3-rit afgeraden wordt, omdat het de dekking in de toekomst in gevaar

zal brengen. Het inzetten van de module om de onderzoeker te ondersteunen lijkt echter een interessantere optie. Het systeem kan gebruikmakend van de module namelijk strategische locaties voor ongevallen gaan bepalen. Zo kan je bijvoorbeeld testen hoe efficiënt een proefpersoon aan het plannen is. Het systeem kan een locatie voor een ongeval gaan bepalen waarbij slechts één enkele ambulance een veilige keuze is voor het blijven garanderen van de dekking. Elke andere keuze zal binnen korte tijd gaten veroorzaken in de dekking. Iemand die goed aan het plannen is zal dus die specifieke ambulance kiezen die de dekking niet in gevaar brengt. De onderzoeker wordt dus in staat gesteld om de mate van efficiëntie in de planning van de proefpersoon te bepalen.

5. Discussie en conclusie

Startend met de bestaande taakomgeving van de ambulance-centralist en een globale taakanalyse van de centralistentaak (Kramer R., 1999) ben ik aan het eind van deze afstudeerstage gekomen tot een ontwerp van een prototype simulatieomgeving binnen de digitale werkplaats, waarbij het accent heeft gelegen op het kunnen toepassen van verschillende vormen van adaptatie binnen deze omgeving. Met het ontwerpen en grotendeels implementeren van de CPA-simulatieomgeving is er een belangrijke stap gemaakt in de richting van de fysieke realisatie van de digitale werkplaats. Mij is gebleken dat het concept van de digitale werkplaats niet alleen op papier, maar ook in de praktijk een generieke en vruchtbare bodem blijkt te zijn voor het realiseren van simulatieomgevingen voor onderzoeksdoeleinden. Het modulair ontwerpen, hetgeen een steeds populairder gedachtegoed aan het worden is binnen de ontwerpwereld, wordt tot op elk niveau afgedwongen, of aangemoedigd, zou ik liever willen stellen. Het vergemakkelijkt namelijk aanzienlijk de implementatie en dwingt de ontwerper op een functionele wijze na te denken over het systeem.
De eerste stap in het ontwerpproces was het helder in kaart brengen van de taak en de taakomgeving van de ambulancecentralist. Met deze gegevens is vervolgens een functionele simulatieomgeving ontworpen binnen de digitale werkplaats. De architectuur van de meldkamer-simulatie is zodanig ontworpen dat het toepassen van verschillende interfaces vrij eenvoudig is geworden. Om dit te kunnen realiseren is er een scheiding gemaakt tussen de interface en de kern van de simulatieomgeving. Deze scheiding is mogelijk gemaakt door het toepassen van een zogenaamde *application modeller,* die beschouwd kan worden als een soort van klittenband tussen de interface en de applicatie. De application modeller is een schil om de applicatie die een gebruikersfunctionele beschrijving geeft van de applicatie. Het ontwerpen van een effectieve application modeller is dus alleen mogelijk als de ontwerper vanuit het oogpunt van de gebruiker ontwerpt. Een taak- en informatieanalyse levert in dat geval de functionele informatie-elementen op die noodzakelijk zijn voor een efficiënte taakuitvoering. Juist deze functionele beschrijving van de applicatie maakt het aanzienlijk eenvoudiger om functies te laten automatiseren door agents.

Na het functioneel toegankelijk maken van de applicatie d.m.v. de application modeller, was de volgende stap in het ontwerpproces het vormgeven van interfaces voor de applicatie, om daarmee een invulling te geven aan de adaptieve mogelijkheden binnen de simulatieomgeving. Voor de noodzakelijke administratieve taakhandelingen heb ik één interface ontworpen, waarbij de voornaamste moeilijkheid lag bij het vertalen van de verbale communicatie die men normaal pleegt te voeren binnen de meldkamer naar een tekstuele communicatievorm binnen de simulatie-omgeving. De uiteindelijke keuze is gevallen op commandogestuurde communicatie met tekstuele feedback van de agents. Dit is het meest robuust en is bovendien eenvoudig repliceerbaar, wat erg belangrijk is bij wetenschappelijke experimenten.
Voor de expliciete toepassing van adaptatie heb ik me gericht op de ondersteuning van de centralist bij het selecteren van de meest geschikte ambulance voor een bepaalde rit. Daarvoor zijn twee interfacevormen uitgewerkt die sterk van elkaar verschillen; een lijst-gebaseerde interfase en een GIS-gebaseerde interface.

Hoofdstuk 2.4 beschrijft een taxonomie voor niveaus van adaptatie. Binnen het ontwerpproces van de simulatie-omgeving zijn de laagste drie niveaus ook werkelijk gerealiseerd. Het laagste niveau is het ontwerpproces zelf als vorm van adaptatie en kan bijna als triviaal beschouwd

worden. Het tweede niveau (adaptief/aanpasbaar) wordt bereikt door het ontwerp van de lijst-gebaseerde interface en de GIS-gebaseerde interface. De gebruiker/onderzoeker kan een keuze maken tussen beide vormen. Het adaptieve niveau wordt gerealiseerd in de GIS-gebaseerde interface, waarbij het systeem zelf bepaalt op welk deel van de geografische kaart ingezoomd wordt, afhankelijk van de interactie met de gebruiker.
De hogere niveaus van adaptatie zullen in de toekomst zeker vorm krijgen binnen de simulatieomgeving. Dit te meer, omdat de digitale werkplaats een rijk aanbod aan middelen biedt om de acties van de proefpersoon waar te kunnen nemen op uiteenlopende niveaus. Het Companion project, dat binnen afzienbare tijd van start gaat binnen de digitale werkplaats, is daar een voorbeeld van, waarbij specifiek adaptatie op grond van oogbeweging onderzocht gaat worden.
Zelfadapterende systemen kunnen binnen de digitale werkplaats twee doelen dienen. Ten eerste onderzoek naar de effectiviteit van de adapterende systemen in relatie tot de gebruiker. Ten tweede kunnen de adaptieve systemen ingezet worden als online data-analyse agents die kunnen ondersteunen bij het sturen van een experiment. Dit is zeker noodzakelijk bij onderzoek naar bepaalde mentale toestanden binnen scenario-gebaseerde experimenten. Wil je bijvoorbeeld in een scenario-gebaseerd experiment telkens een bepaald niveau van werkdruk behouden, dan moet ter plekke ingespeeld blijven worden op de keuzes van de proefpersoon. Als een proefpersoon telkens keuzes maakt die ervoor zorgen dat het rustig blijft, dan moet het systeem strategische meldingen gaan genereren zodat de proefpersoon gedwongen blijft om druk bezig te blijven. Strategische meldingen genereren is een gespecialiseerde taak, die het liefs geautomatiseerd dient te worden.
Ik stel me zo voor dat in de toekomst de onderzoeker binnen de digitale werkplaats de beschikking heeft over een 'intelligent' adaptieve meldkamer-simulatieomgeving, waarin hij of zij in een hoge orde 'taal' vanuit een onderzoeksvraagstelling eenvoudig scenario's kan definiëren en genereren.

Momenteel is het ontwerpproces gevorderd tot een bijna werkend prototype. Alle noodzakelijke modules zijn grotendeels geïmplementeerd en de communicatie tussen de modules is momenteel in een testfase. Om tot een werkend prototype te komen moeten alle modules nu aan elkaar gekoppeld worden. Het controleprogramma dat op de server-pc draait heeft nu de mogelijkheid om eenvoudige scripts af te werken, en dit maakt dat het systeem in dynamische toestand getest kan gaan worden. Dit is een belangrijke vervolgstap, omdat de dynamiek een zekere complexiteit met zich meebrengt die in het afgelopen ontwikkelproces moeilijk te overzien was.

Op het gebeid van de agents valt nog aanzienlijk wat uit te werken, zodat de taakomgeving robuuster en realistischer wordt. Om complexe scenario's te kunnen toepassen moeten er nog een aantal stappen bewerkstelligd worden. Het volgend scenario moet bijvoorbeeld mogelijk gemaakt moeten worden:
Een centralist krijgt iemand aan de lijn die een ongeval meldt waarbij één persoon brandwonden heeft opgelopen door frituurvet op huisadres Pelsterstraat 3. Er wordt een ambulance naar dit adres gestuurd. Even later meldt de ambulance zich weer dat er niets aan de hand is op dit adres en of dit wel de juiste locatie is. De centralist belt terug naar de persoon die het ongeval heeft doorgegeven en het blijkt dat de locatie de Pelsterdwarsstraat 3 is. Het ambulancepersoneel gaat naar dit adres en treft twee personen aan met brandwonden i.p.v. één persoon, zoals doorgegeven was door de telefoon. Er moet een extra ambulance opgeroepen worden.
Dit voorbeeldscenario brengt een aantal complicaties met zich mee wat betreft informatieverstrekking naar en de kennis van de agents. De agents worden aan de ene kant

geïnstrueerd door de centralist, en krijgen daardoor kennis over het ongeval. Daarnaast treffen de agents in de 'werkelijke wereld' het ongeval aan. De beschrijving van het ongeval dat ze daadwerkelijk aantreffen staat gecodeerd op de server-pc en wordt geraadpleegd zodra de ambulance-agent op de locatie aangekomen is. De agent krijgt pas toegang tot de ongevalomstandigheden, als deze zich op de juiste locatie bevindt. Zoals in het voorbeeld hierboven is de ambulance naar een andere locatie gestuurd dan waar het ongeluk plaats had. Is de ambulance-agent op de verkeerde locatie, dan moet deze op een adequate wijze reageren naar de centralist. Om dit mogelijk te maken moeten er regels worden opgesteld over de toegankelijkheid van informatie voor agents en hoe de agents omgaan met deze informatie. Kennislogica is hier een zeer geschikt middel voor.

Binnen de digitale werkplaats kunnen toetsaanslagen en muisbewegingen van de proefpersoon afgevangen worden. Dit levert echter enkel een beeld van de gebruiker op handelingsniveau. Om iets te kunnen zeggen over het cognitieve niveau van de proefpersoon is het noodzakelijk om de ruwe data van toetsaanslagen en muisbewegingen te bewerken tot hogere-orde handelingen. Deze bottom-up benadereing zou bijvoorbeeld zoekgedrag moeten kunnen herkennen wanneer een proefpersoon lang door menu-items beweegt met de muis. Om dit mogelijk te maken moet de data van muisbewegingen en toetsaanslagen geïntegreerd worden tot hogere-orde handelingen. Muisbewegingen moeten daarvoor in de eerste plaats geparametriseerd worden naar kenmerken als snelheid, nauwkeurigheid en afgelegde weg. Met deze geparametriseerde data kunnen vervolgens hogere-orde handelingen gedefinieerd worden. De moeilijkheid bij dergelijke parametrisering is het bepalen van invariantie. Een bepaalde handeling 30% langzamer uitgevoerd is over het algemeen nog telkens dezelfde handeling. De handeling is dus op zekere hoogte invariant voor tijd. Er zou dus nog een architectuur ontwikkeld moeten worden die muisbewegingen om kan zetten naar zinvolle hogere orde handelingen. Het toepassen van een generieke architectuur zou dan bovendien ook ingezet kunnen worden voor andere vormen van gebruikersinput, zoals bijvoorbeeld de oogbeweging. Het Companion project, dat reeds genoemd is in 3.2, zal zich hier zeer sterk op gaan richten.

De top-down benadering voor gebruikersmodellering ligt op dit moment dichter binnen handbereik. Aangezien de taakhandelingen al vrij nauwkeurig in kaart zijn gebracht, is het ontwerpen van een eenvoudige centralist-agent redelijk haalbaar. De nadruk zal dan voornamelijk moeten komen te liggen op het selecteren van ambulances. Er wordt dan uitgegaan van reeds bekende ongeval-gegevens, omdat het achterhalen van de juiste gegevens semantisch nog te ingewikkeld zal zijn. In een later stadium zou communicatie met andere agents zeer wel tot de mogelijkheid behoren, omdat deze over een zeer beperkt communicatiegedrag beschikken en de zeer strak omkaderde semantiek gecodeerd kan worden in de agents. De centralistagent zal in het eerste ontwerp bestaan uit een reeks productieregels. In latere stadia kan gedacht worden aan leermechanismen e.d.

De communicatie met de agents gebeurt momenteel met commando's. Het toepassen van een natuurlijke taalinterface zal zeker in een latere stadium een interessante toevoeging zijn aan de simulatieomgeving, zowel voor de communicatie met agents, als voor toepassingen in de interface. Een eenvoudige interface toepassing is te vinden in het Geïntegreerde Meldkamer Systeem (GMS) voor politie, ambulance en brandweer, dat ontwikkeld wordt in Rijswijk voor landelijke toepassing. Deze interface maakt het mogelijk om in een memoveld omschrijvingen in te typen die vervolgens door het systeem herkend worden en automatisch in de juiste velden worden geplaatst. De gebruiker kan bovendien zelf codes toevoegen aan

het systeem. Een dergelijke interface zou ook toegepast kunnen worden binnen de simulatieomgeving.
De communicatie met de agents in getypte natuurlijke taal is vrij goed haalbaar, omdat de context waarbinnen gecommuniceerd wordt zeer sterk afgebakend is. Er is slechts een beperkte semantiek die relevant is binnen de taakomgeving. Is tekstuele communicatie eenmaal mogelijk, dan is de mogelijke vervolgstap het toepassen van spraakherkenning. Een probleem dat echter nog niet opgelost is binnen de spraakherkenning is het kunnen onderscheiden van sprekers als meerdere personen door elkaar praten. Dit probleem speelt een belangrijke rol als bijvoorbeeld twee centralisten coöperatief de taak uitvoeren.

De simulatieomgeving is specifiek ontwikkeld rond de ambulance-centralistentaak. Uiteraard bezit deze taak veel eigenschappen die overeenkomen met andere taken, voornamelijk op het vlak van logistieke planning. Met enige vertaalslagen is de huidige taakomgeving om te zetten naar gerelateerde taakomgevingen. Gedacht kan worden aan de taak van politie- en brandweercentralist, of logistiek planner van vervoerbedrijven.

Tot slot wilde ik graag nog een belangrijk punt aanstippen. Het ontwikkelen van een ondersteunend systeem bij de selectie van ambulances heeft in eerste instantie misschien het doel om d.m.v. adaptatie de gebruiker en/of de onderzoeker te ondersteunen, maar kan uiteindelijk bij een continue verfijning ervan leiden tot het ontwerp van een expert centralist-agent die zelf de taak efficiënt uit zou kunnen voeren. Dit betekent dat je op dat moment de cognitieve taakuitvoering gedetailleerd genoeg geformaliseerd hebt, wat het uiteindelijke doel is van het onderzoek. Het zal nooit de bedoeling zijn om door dit onderzoek de huidige centralisten overbodig te maken door ze te vervangen door geautomatiseerde systemen. Dit lijkt bovendien geheel niet realistisch. Het ontwerpen van adaptieve systemen voor experts is er juist op gericht om de expert een zo groot mogelijke *situational awareness* te bieden. Dat betekent dat de centralist juist op de hoogte moet zijn van de beslissingsstappen van de geautomatiseerde systemen, om het goed te kunnen blijven controleren en coördineren. De centralist draagt immers altijd de verantwoordelijkheid. Te sterk geautomatiseerde systemen bieden geen inzicht meer in het beslissingsproces en verlagen dus weer de *situational awareness* van de centralist en bieden daarom geen goede ondersteuning.

6. Literatuur

Besouw, N.J.P. van (1999), *Cognitive Task Load, a function of three behavioural variables,* Intern afstudeerverslag: Rijksuniversiteit Groningen

Bos. J., Mulder, L.J.M. & van Ouwerkerk, R. (1999), *Workplace for Analysis of Task Performance*

Boy, Guy A. (1998), *Cognitive functon analysis for human-centered automation of safety-critica systems*

Boy, Guy A. (1998) *Cognitive Function Analysis*

Browne, D., Totterdell, P., Norman, M. (1990), *Adaptive user interfaces.* London: Academic Press

Sun, Jia, Zhang, Yang, Chen (1998), *Achieving Convergence, Causality Preservation, and Intntion Preservation in Real-Time Cooperative Editing Systems*

Kenichi Yoshida, Hiroshi Motoda (1996), *Automated User Modeling for Intelligent Interface*, International Journal of Human-computer Interaction 8(3) 237-258

Kramer, R. (1999), *Analyse van het werk van centralisten van de Meldkamer Groningen.* Intern afstudeerverslag: Rijksuniversiteit Groningen.

Nancy S. Dorighi and Stanton R. Harke (1998), *Surface Development and Test Facility (SDTF) New R&D Simulator for Airport Operations*, Computational Sciences Division, NASA Ames Research, Moffett Field, California

Neerincx, M.A. (1999), *Optimizing cognitive tastk load in naval ship control centres*, Proceedings twelth ship control systems symposium, Den Haag, 19-21 oktober 1999.

Rasmussen, J. (1986), *Information processing and human-machine interaction: an approach to cognitive engeneering. New York: North-Holland*

Rogers, S., Fiechter, C.N., Langley P. (1999), *An Adaptive Interactive Agent for Route Advice*, DaimlerChrysler Research an Technology Center, Palo Alto

van der Veer, G. C., Tauber, M. J., Waern, Y., van Muylwijk, B (1985), *On the interaction between system and user characteristics.* Behaviour and Information Technologie 4 (4), 289-308

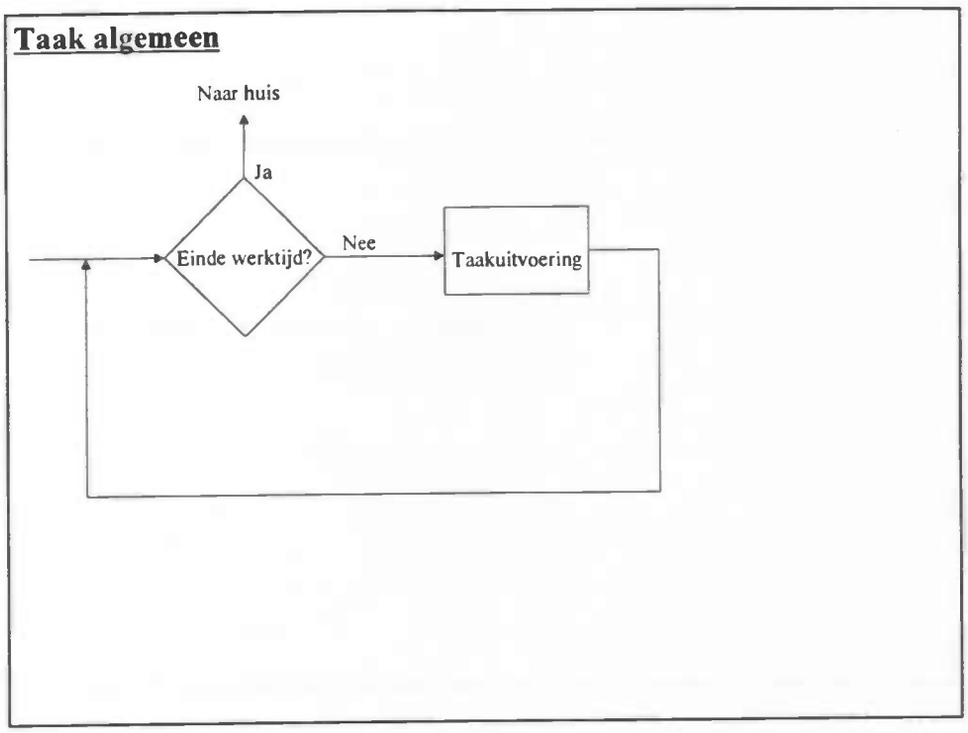
Vicente, Kim J. (1999), *Cognitive Work Analysis. Toward Safe, Productive, and Healthy Computer-Based Work*, London: Lawrens Erlbaum Associates

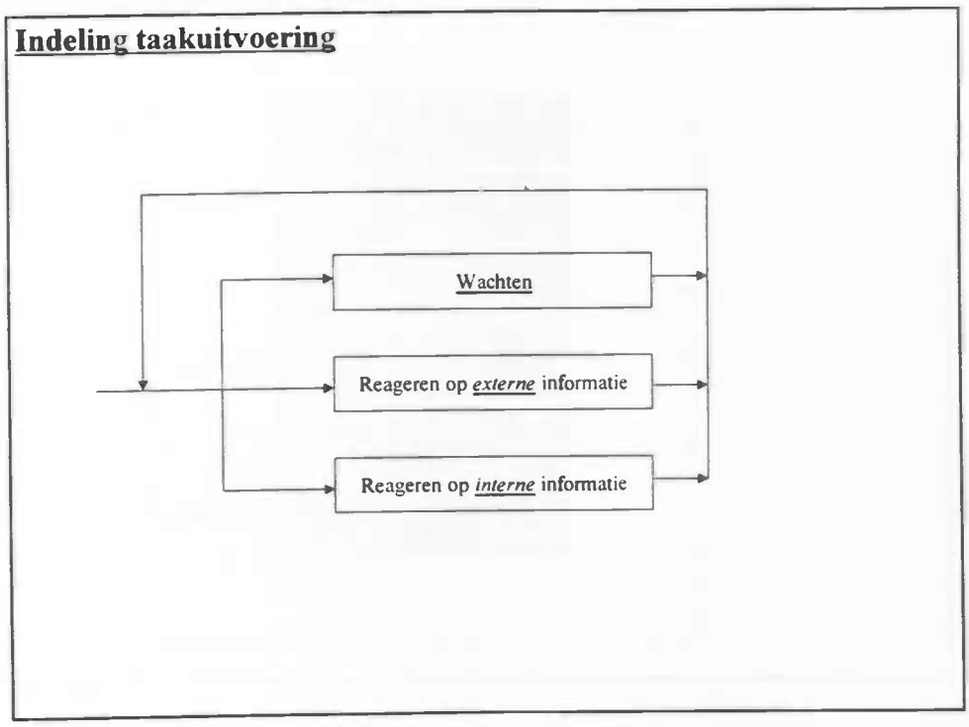
Wong, William B.L., O'Hare, David, Sallis, Philip J. (1995), *Information Portrayal for Decision Support in Dynamic Intentional Process Environments*, (OZCHI '95)

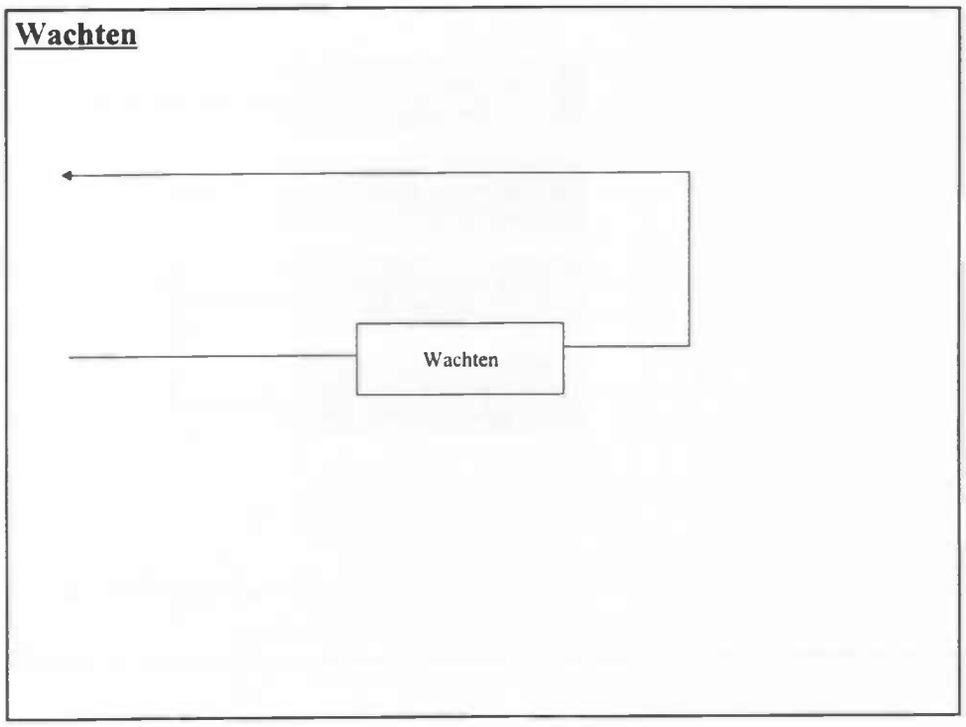
Wong, O'Hare & Sallis (1998), *The effect of layout on dispatch planning and Decision making*, (HCI '98)

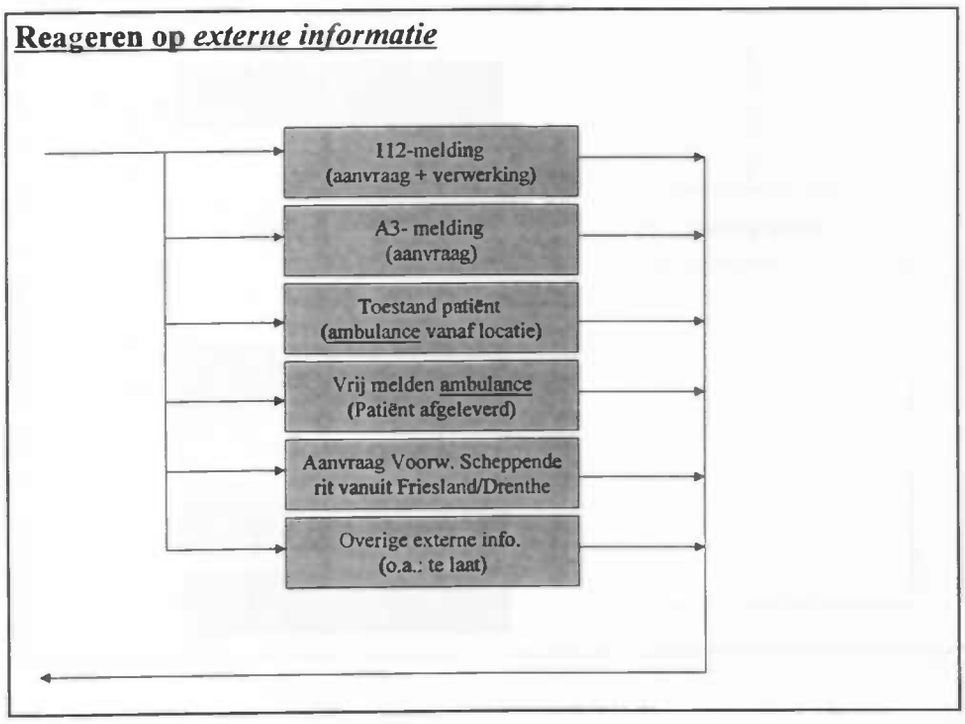
Woods, David D. (1988), *Commentary: Cognitive engeneering in complex and dynamic worlds*, London: Academic Press.

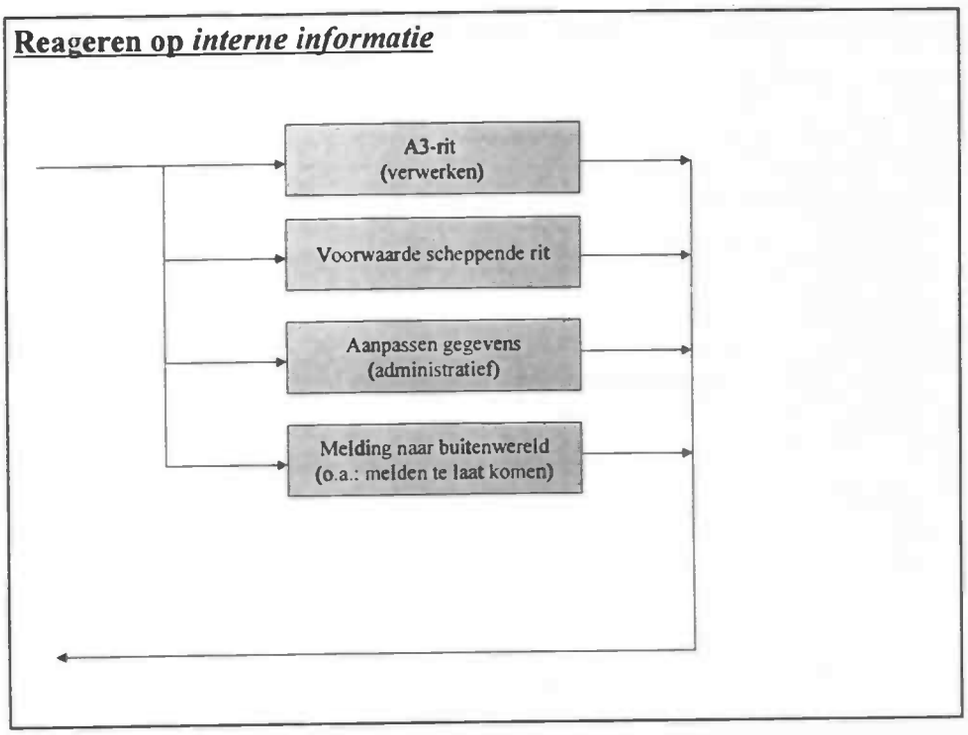
Bijlage A Stroomschema van de CPA-taak

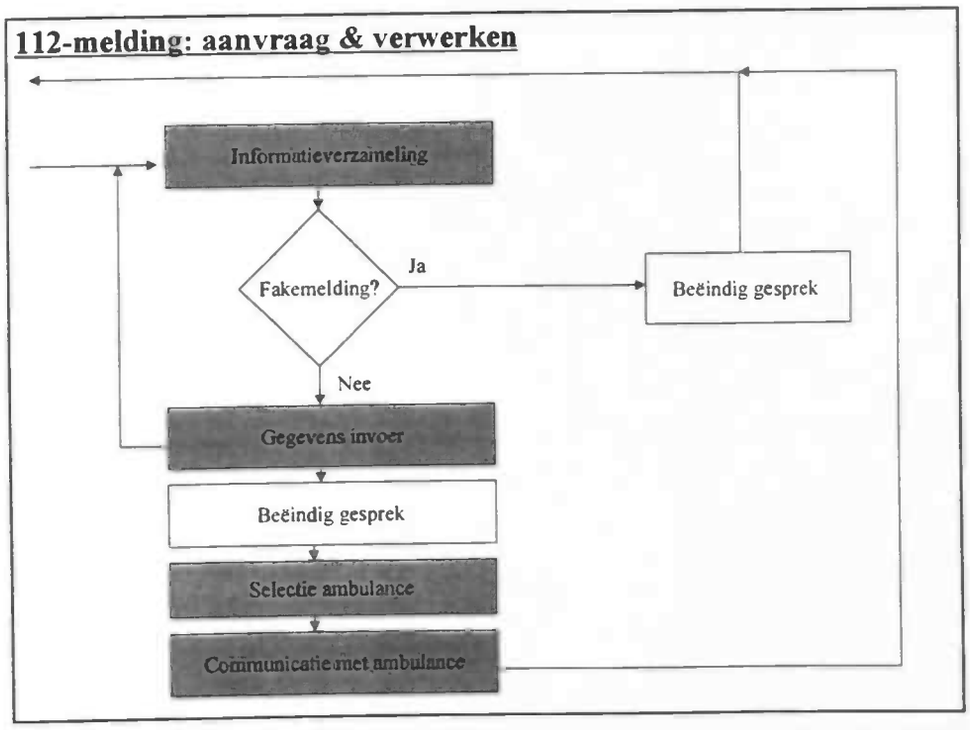




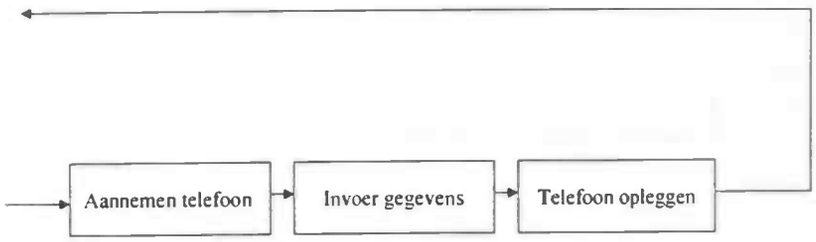

Wachten
Wachten


Reageren op externe informatie
112-melding
(aanvraag + verwerking)
A3- melding
(aanvraag)
Toestand patiënt
(ambulance vanaf locatie)
Vrij melden ambulance
(Patiënt afgeleverd)
Aanvraag Voorw. Scheppende
rit vanuit Friesland/Drenthe
Overige externe info.
(o.a.: te laat)

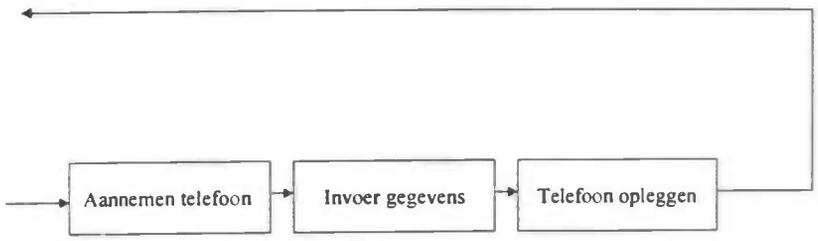

Reageren op *interne informatie*
A3-rit
(verwerken)
Voorwaarde scheppende rit
Aanpassen gegevens
(administratief)
Melding naar buitenwereld
(o.a.: melden te laat komen)


112-melding: aanvraag & verwerken
Informatieverzameling
Fakemelding?
Ja
Beëindig gesprek
Nee
Gegevens invoer
Beëindig gesprek
Selectie ambulance
Communicatie met ambulance

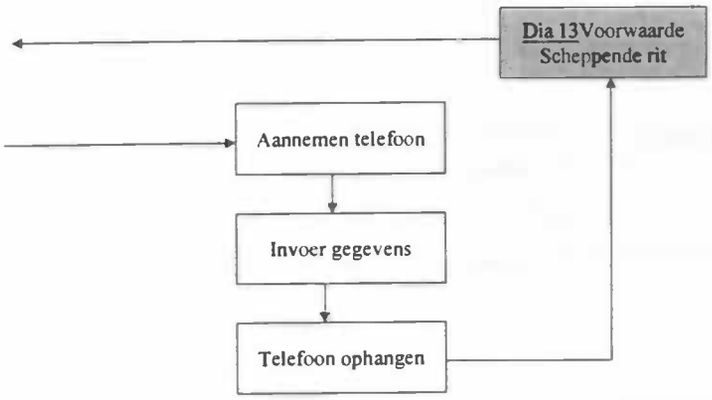
A3-melding (aanvraag)

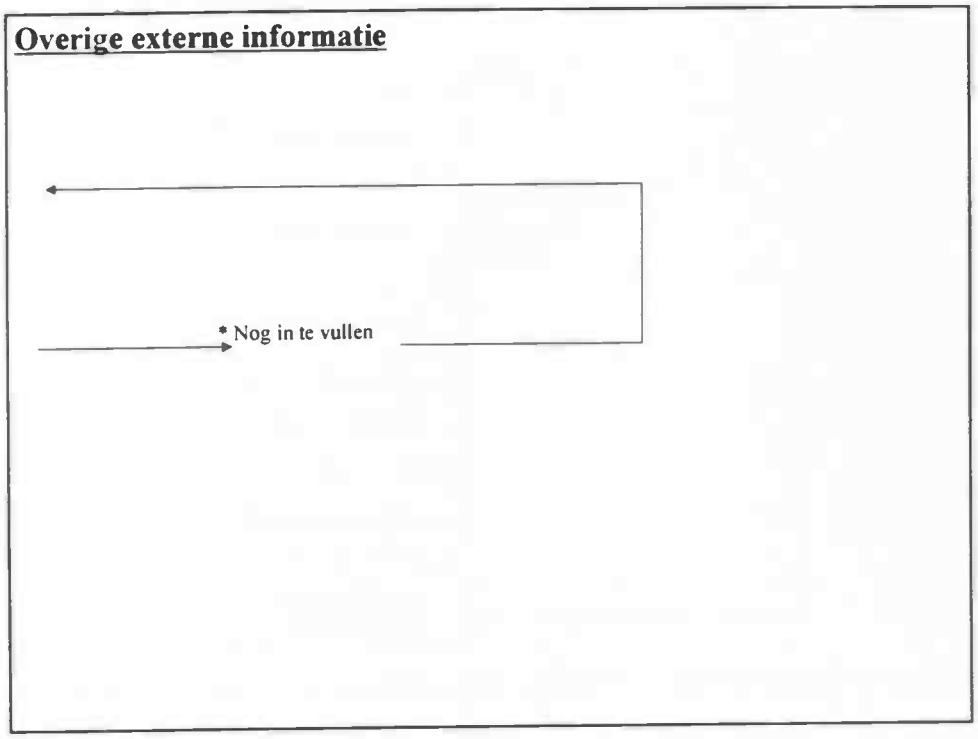


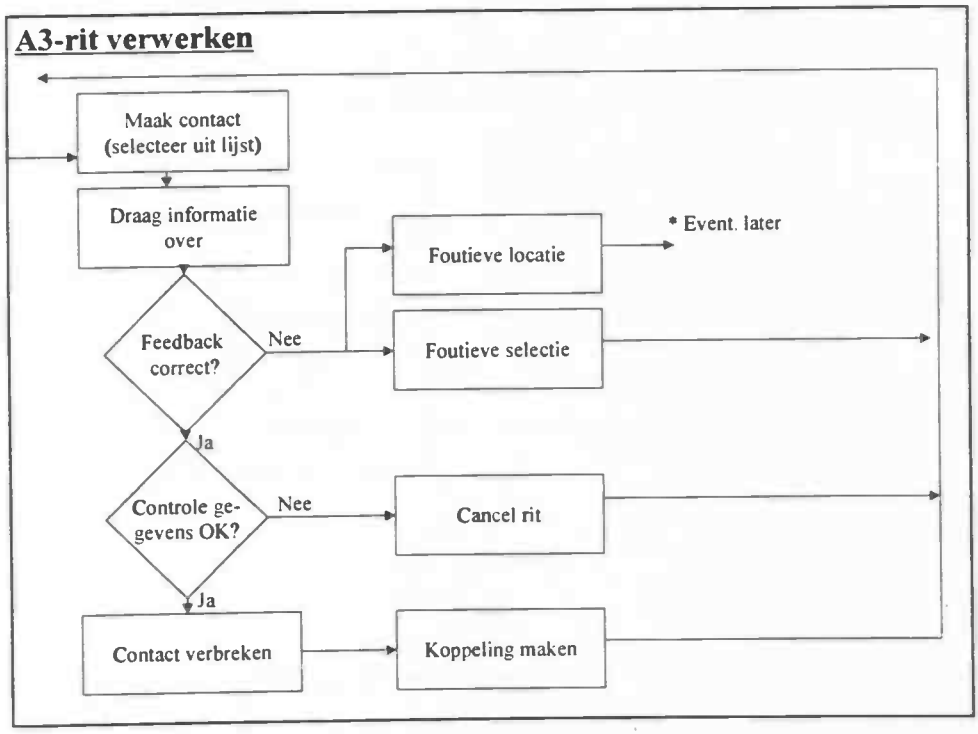
Vrij melden ambulance

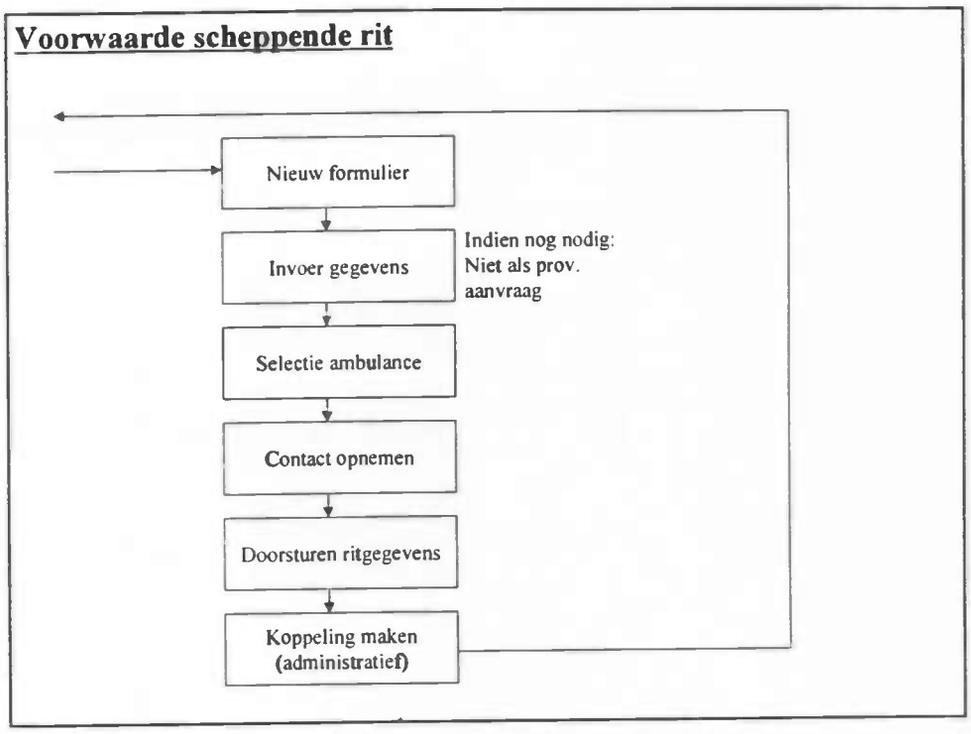


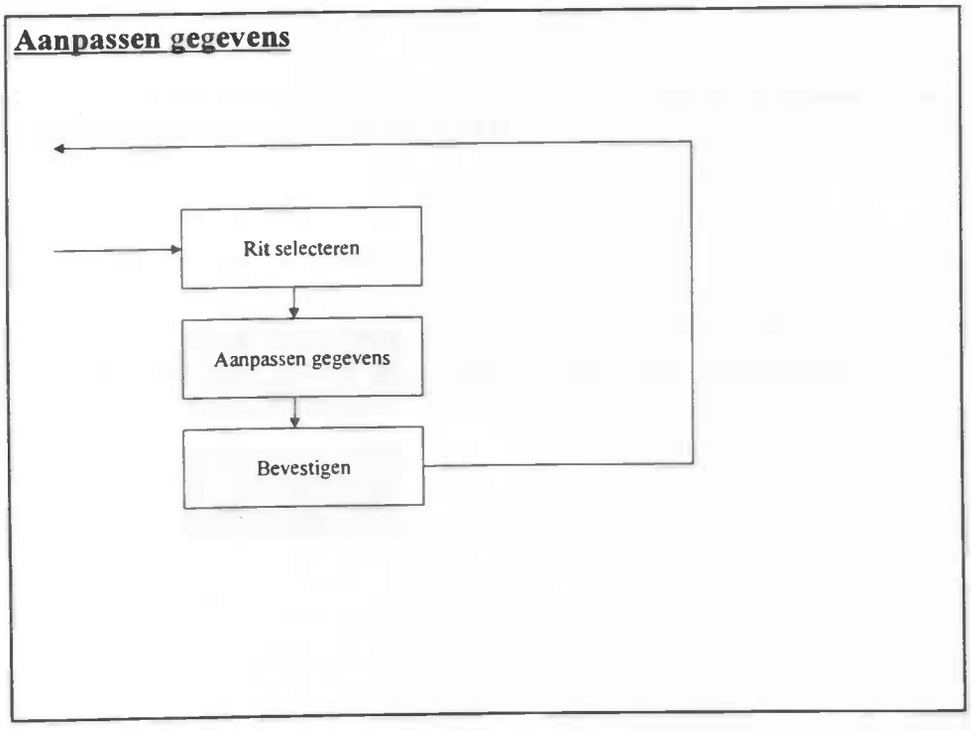
Aanvraag voorwaarde sch. uit aanliggende provincies



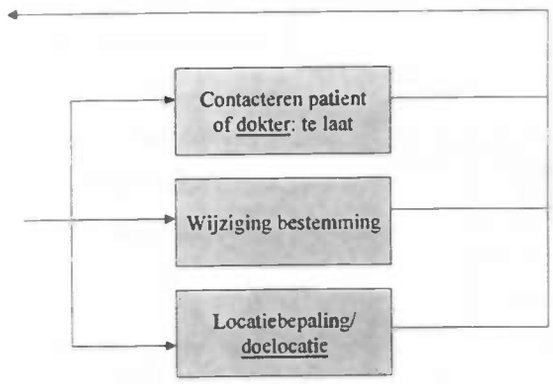

Overige externe informatie
* Nog in te vullen


A3-rit verwerken
Maak contact (selecteer uit lijst)
Draag informatie over
Feedback correct?
Nee
Foutieve locatie
* Event. later
Foutieve selectie
Ja
Controle ge-gevens OK?
Nee
Cancel rit
Ja
Contact verbreken
Koppeling maken

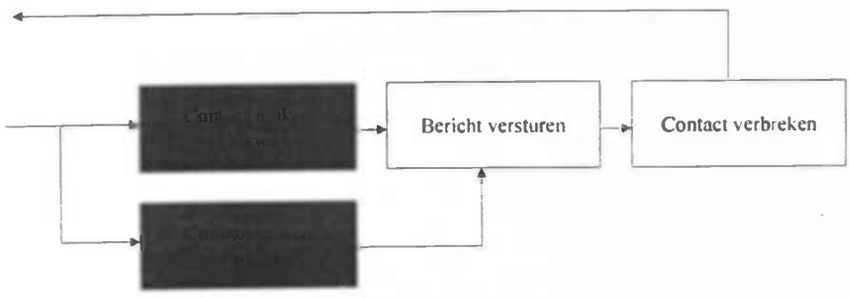

Voorwaarde scheppende rit
Nieuw formulier
Invoer gegevens
Indien nog nodig:
Niet als prov.
aanvraag
Selectie ambulance
Contact opnemen
Doorsturen ritgegevens
Koppeling maken
(administratief)

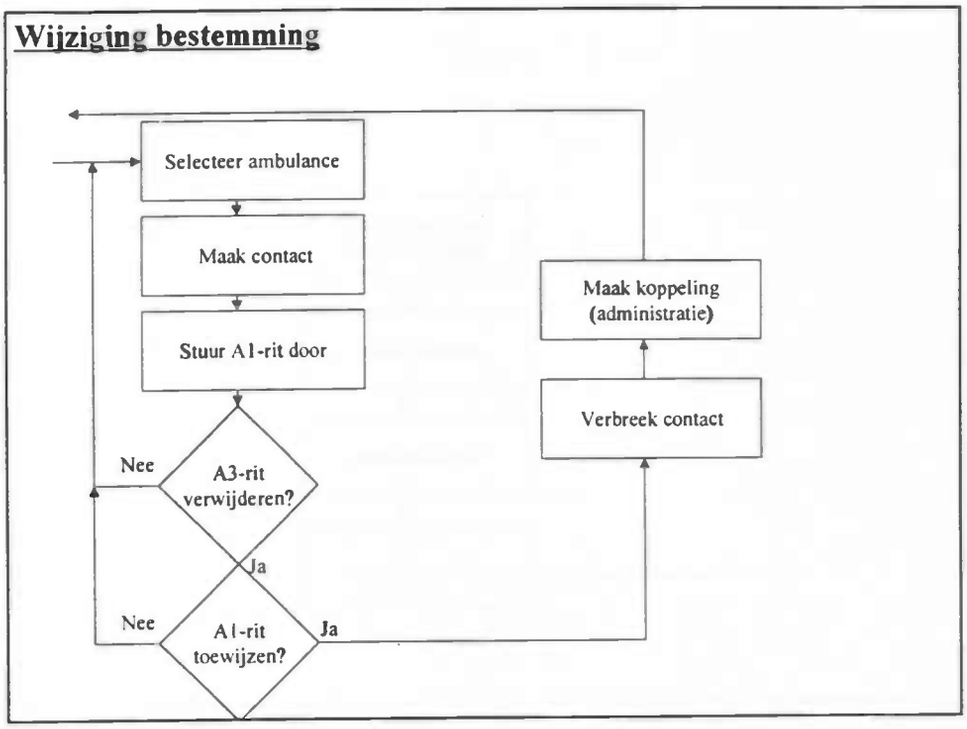

Aanpassen gegevens
Rit selecteren
Aanpassen gegevens
Bevestigen

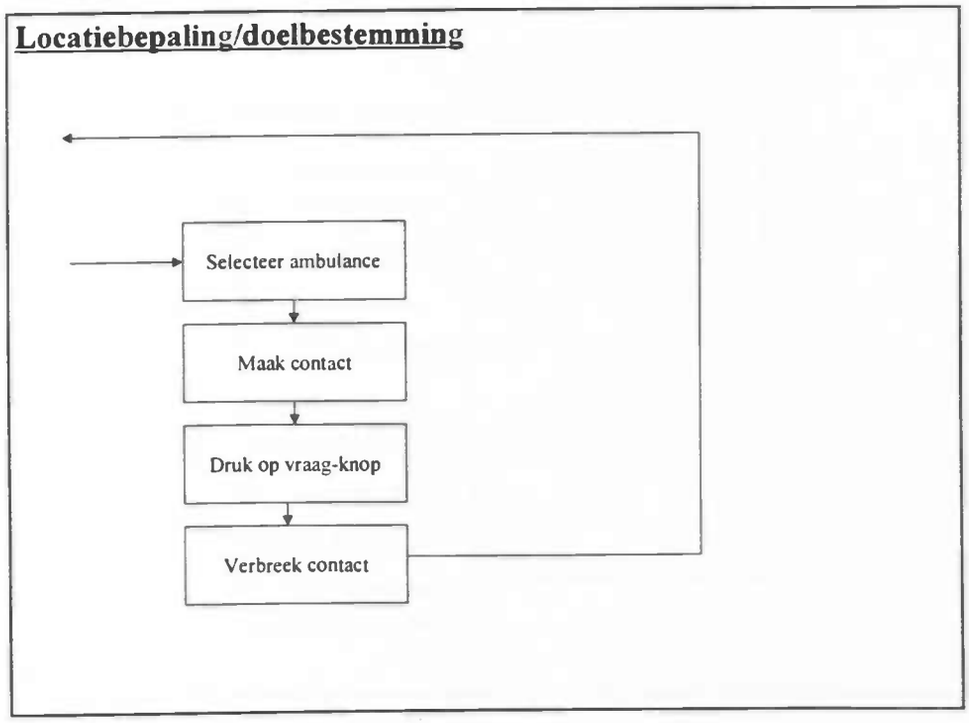
Melding naar buitenwereld

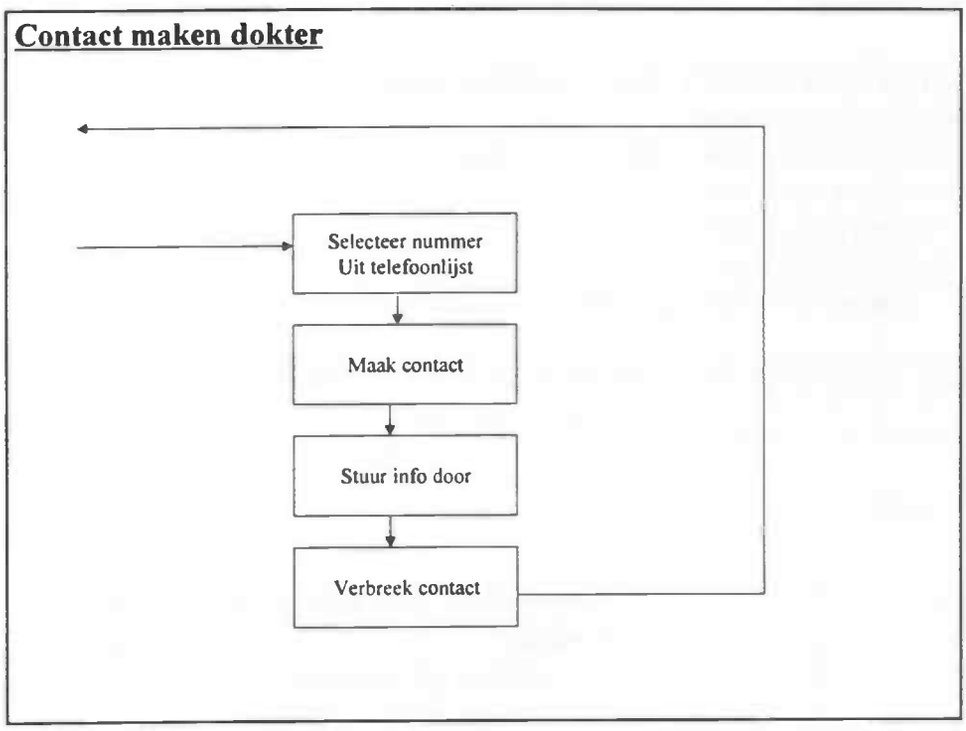


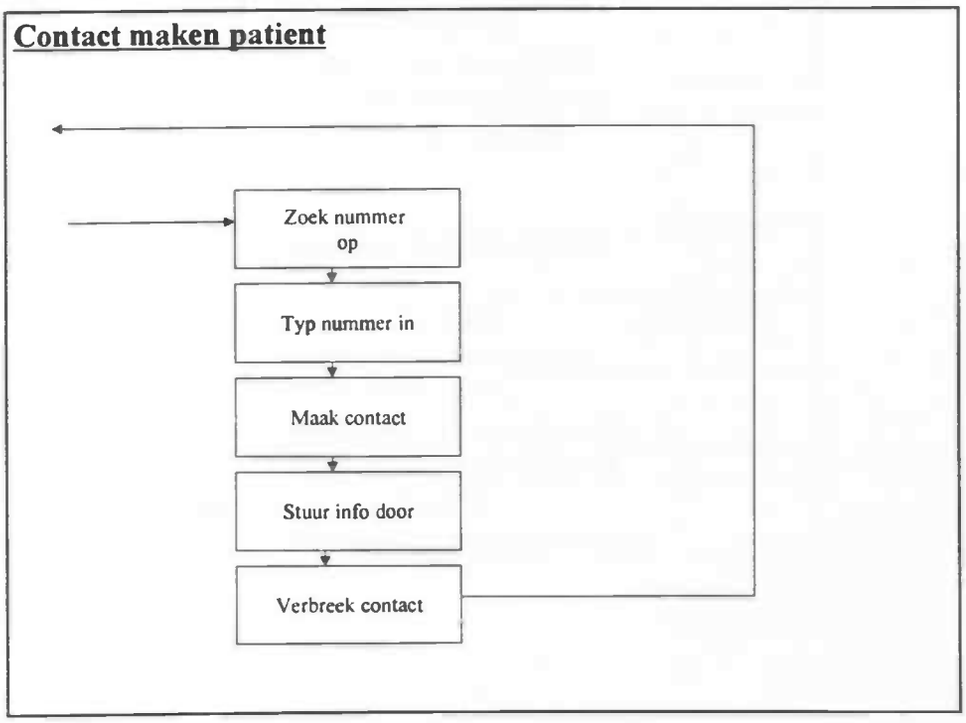
Contacteren patient/huisarts: te laat




Wijziging bestemming
Selecteer ambulance
Maak contact
Stuur A1-rit door
A3-rit verwijderen?
Nee
Ja
A1-rit toewijzen?
Nee
Ja
Verbreek contact
Maak koppeling (administratie)


Locatiebepaling/doelbestemming
Selecteer ambulance
Maak contact
Druk op vraag-knop
Verbreek contact


Contact maken dokter
Selecteer nummer
Uit telefoonlijst
Maak contact
Stuur info door
Verbreek contact


Contact maken patient
Zoek nummer
op
Typ nummer in
Maak contact
Stuur info door
Verbreek contact

Bijlage B Inventarisatie van communicatie met agents binnen de simulatie

Communicatie met de ambulance			
Commando	**informatie-overdracht**	**Voorwaarde**	**Foutmelding**
Rij naar doellocatie	doellocatie	status ambulance: vrij	We zijn bezig met een rit. Wat is de doellocatie?
Rij naar ongeval op doellocatie	ritnummer, urgentie, doellocatie	status ambulance: vrij	We rijden al met een patiënt. Wat is het ritnummer? Wat is de urgentie? wat is de doellocatie?
Wat is de doellocatie?	doellocatie	ambulance is onderweg	Geen doellocatie
Wat is de toestand van de patiënt?	toestand patiënt	Ambulance heeft een patiënt aan boord.	We hebben geen patiënt
Wat is de huidige locatie?	locatie	geen	

Meldingen gegeven door ambulance	
Melding	**Wanneer**
We zijn aangekomen op de doellocatie	aankomst bij ongeval aankomst bij ziekenhuis aankomst bij post
We vertrekken nu naar doellocatie	vertrek vanaf post vertrek vanaf locatie ongeval vertrek vanaf ziekenhuis
De toestand van de patiënt is	aankomst ongeval, tijdens de rit met patiënt
Omschrijving van het ongeval	aankomst locatie ongeval
Verwittig ziekenhuis X dat we er aankomen met de patiënt	vertrek locatie ongeval
We treffen niets aan op de doellocatie	aankomst locatie ongeval
De patiënt is overleden	aankomst locatie, tijdens de rit met patiënt
vrijmelden	Aflevering patiënt, ambulance schoongemaakt
Aanvraag voor brandweer	Aankomst locatie ongeval
Brandweer is nog steeds niet aangekomen	Locatie ongeval, afspraak dat brandweer komt

Communicatie met 112-beller			
Vraag	**Verkrijgt info over**	**Voorwaarde**	**Foutmelding**
locatieomschrijving	adres, huisnummer, toevoeging, postcode, plaats, straatnaam, omschrijving omgeving	geen	geen
gegevens aanvrager	telefoonnr, naam, adres	geen	geen
eerste diagnose patient	medische gegevens	geen	geen

Communicatie met brandweer			
Commando	**informatie-overdracht**	**Voorwaarde**	**Foutmelding**
Stuur X eenheden naar doellocatie	doellocatie, aantal eenheden	beschikbare eenheid	We hebben geen eenheden meer. Wat is de doellocatie

Meldingen gegeven door ziekenhuis, politie, brandweer, huisarts	
Melding	**Informatie**
Aanvraag A3-rit naar ziekenhuis	datum, tijd, adres, nr, toevoeging, postcode, plaats, doellocatie
Aanvraag A1-rit	locatie, diagnose
Ambulance komt maar niet	

Communicatie met 112-beller			
Vraag	**Verkrijgt info over**	**Voorwaarde**	**Foutmelding**
locatieomschrijving	adres, huisnummer, toevoeging, postcode, plaats, straatnaam, omschrijving omgeving		
gegevens aanvrager	telefoonnr, naam, adres		
eerste diagnose patient	medische gegevens		

Posten en statuscodes

Ambulance posten

Post	Locatie	Aantal ambulances
Ambulance dienst Van Dijk Delfzijl BV	Appingedam	5
Lethmaath Vervoer b.v.	Sappemeer	3
Ambulancedienst G.G.D.	Groningen	2
Arriva Leens	Leens	1
Arriva Veendam	Veendam	1
Arriva Stadskanaal	Stadskanaal	3
Arriva Ter Apel	Ter Apel	1
UVO	Uithuizermeeden	2
Westerkwartier	Nuis	2
De Grooth	Winschoten	6
RAV Drenthe locatie Assen b.v	Assen	
Kijlstra Ambulance b.v.	Drachten	

Ziekenhuizen in de provincie Groningen

Ziekenhuis	Locatie
Academisch ziekenhuis	Groningen
Roomskatholiek ziekenhuis	Groningen
Diaconesse ziekenhuis	Groningen
Delfzicht ziekenhuis	Delfzijl
Refaja ziekenhuis	Stadskanaal
Lucas ziekenhuis	Winschoten

Ziekenhuizen buiten de provincie Groningen

Ziekenhuis	Locatie
Wilhelmina ziekenhuis	Assen
Scheper ziekenhuis	Emmen
Bethesda ziekenhuis	Hoogeveen
Diaconesse ziekenhuis	Meppel
Oranjeoord ziekenhuis	Harlinge
Nij Smellinghe ziekenhuis	Drachten
Tjongerschans ziekenhuis	Heerenveen

Status
Opeenvolging ambulance-status:
OPDRACHT -> IN AMBULANCE -> AAMKOMST PATIENT -> VERTREK PATIENT -> AANKOMST BESTEMMING -> VRIJMELDING

STATUS CODE	BETEKENIS
OPD	Verwerking opdracht
VPA	Vertrek naar patient
APA	Aankomst bij patient (ook mondeling)
VTR	vertrek
ABS	Aankomst bestemming (ook mondeling)
EIR	Einde rit
VRIJ	vrij (ook mondeling)