

Situation awareness op de brug

De mens speelt een belangrijk rol bij de exploitatie van schepen. Niet alleen op de brug tijdens de vaart, maar ook tijdens de werkzaamheden achter de bedienconsoles. En niet alleen de fysieke omstandigheden, zoals een goede stoel en goede opstelling van de bedieningsmiddelen, zijn daarbij van belang. Ook een goed inzicht in de actuele status van allerlei systemen en apparatuur, aangeduid met situation awareness, is noodzakelijk.

Situation Awareness (SA), of in goed Nederlands het situationeel bewustzijn, speelt een rol bij het uitvoeren van taken door mensen. Het is een theoretisch model ontwikkeld door dr. M. Endsley [1][2][3] om inzicht te krijgen in hoe gevechtspiloten in complexe omstandigheden beslissingen nemen en tot acties overgaan. Een handeling of actie heeft tot doel om vanuit een bestaande situatie een nieuwe toestand te bereiken. Welke toestand moet worden bereikt, wordt bepaald door het doel van de uit te voeren taak. Het uitvoeren van een taak is een cyclisch proces. Elke handeling verandert de bestaande situatie, waarna opnieuw moet worden bepaald of het doel is bereikt en welk

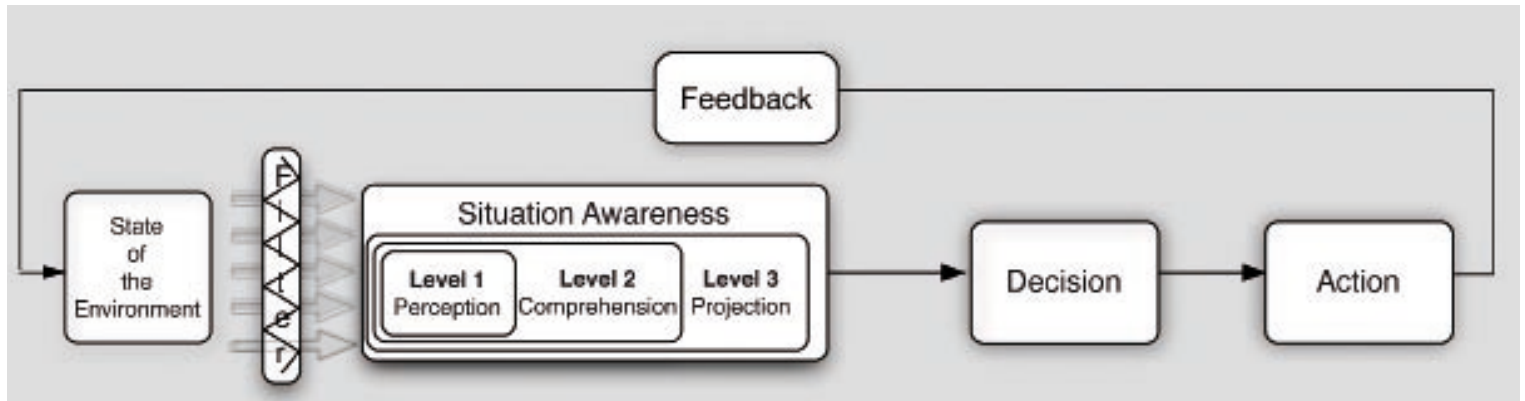
menselijk ingrijpen noodzakelijk is. Het model in figuur 1 laat dit zien. Het opbouwen en in stand houden van een volledig en vooral juist situationeel bewustzijn is een continue activiteit van de uitvoerder van een taak. Het bestaat uit de stappen:

1. waarnemen van de huidige situatie;
2. begrijpen van de huidige situatie;
3. projecteren naar de toekomstige situatie.

Complexe omstandigheden komen ook zeker bij werkzaamheden aan boord van schepen voor. Denk naast het navigeren aan baggeren, pijpen leggen of boren op grote diepte, waarbij het schip zelf



Manoeuvreren in Antwerpen met een groot containerschip als de Cosco Pride (366 meter) vergt zeer veel 'situational awareness' (foto Sander Klos)



Figuur 1

zoveel mogelijk "stil" moet liggen ondanks golfslag, stromingen en dergelijke invloeden. Degene die de apparatuur bedient, neemt de situatie – in ieder geval voor een deel – via beeldschermen waar. Sensoren geven meetwaarden voor allerlei relevante variabelen. Camerabeelden geven een indruk van de situatie onder water van de voortgang van het werk. Met behulp van deze informatie moet de bedienaar zich een beeld vormen van de actuele situatie (stap 1). Het beeld moet kloppen met de werkelijkheid.

Vervolgens moet de bedienaar betekenis geven aan de informatie (stap 2). Bevindt een bepaalde meetwaarde zich binnen acceptabele grenzen? En wat zegt een bepaalde waarde over de toestand waarin het systeem zich bevindt. Niet alleen de betekenis van de losse informatie-elementen is van belang, maar veelal juist de combinatie van verschillende signalen. Signalen kunnen elkaar bevestigen (redundantie) of elkaar tegenspreken (strijdigheid).

In stap 3 gaat het om de beoordeling of de situatie zich zodanig ontwikkelt dat uiteindelijk het doel van de taak wordt bereikt. Loopt het proces zoals het hoort te lopen en (bijvoorbeeld) in het juiste tempo? Als het proces zich niet naar wens lijkt te ontwikkelen, zal de bedienaar een corrigerende handeling moeten uitvoeren.

Ondersteuning door systemen

Wanneer de bedienaar veel informatie krijgt van allerlei sensoren, dan is het onmogelijk om alle informatie, in dit geval alle meetwaarden, waar te nemen. Het is gewoon te veel. Afhankelijk van de (deel-)taak die wordt uitgevoerd, zal de bedienaar slechts een selectie van meetwaarden in de gaten houden. Op basis van kennis en ervaring weet hij welke meetwaarden het meest informatief zijn en dat als deze binnen bepaalde grenzen blijven, het proces goed verloopt. Alarmen kunnen de bedienaar in dit geval ondersteunen. In feite betekent dit dat een ondersteunend systeem (een deel van) de meetwaarden in de gaten houdt en een signaal geeft als er een grenswaarde wordt overschreden.

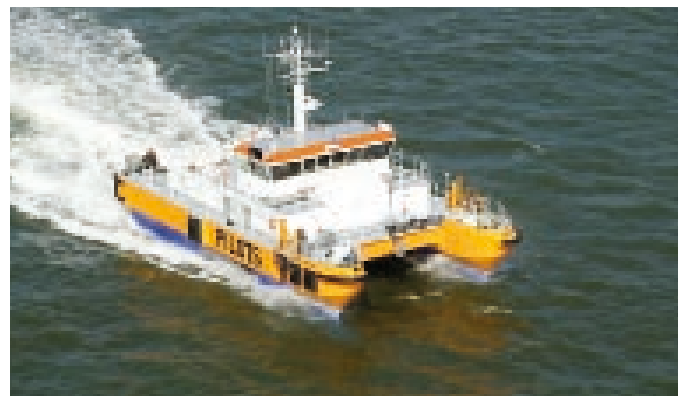
Ook systemen die de bedienaar ondersteunen bij het voorspellen van de consequenties van een handeling of bedieningsactie kunnen van grote waarde zijn. Hierbij geeft de bedienaar aan welke actie hij in gedachten heeft en het systeem berekent op basis van de actuele situatie wat de gevolgen kunnen zijn. Naar aanleiding van deze

voorspelling beslist de bedienaar de actie daadwerkelijk uit te voeren. Deze systemen ondersteunen ook het leerproces van de bedienaar. Zijn eigen verwachtingen worden bevestigd of tegengesproken. Hierdoor neemt de kennis en ervaring van de bedienaar toe. Een mooi voorbeeld van een dergelijk ondersteunend systeem is het in het januarinummer van dit jaar [4] beschreven Electronic Chart Display and Information System (ECDIS). Terecht valt in dit artikel de term "situatiebewustheid" als een noodzakelijke competentie van de navigator. En worden de nadelen en gevaren van een hoge mate van automatisering genoemd. Zoals het risico dat de navigator het systeem "blindelings" gaat vertrouwen en dat hij zijn "klassieke" vaardigheden verliest, die in geval van uitval van het systeem cruciaal zijn. En het risico van een veelheid aan alarmen zonder duidelijke prioritering, waardoor de kans bestaat dat de navigator "leert" om bepaalde alarmen zonder veel aandacht te negeren.

Systeemontwerp voor SA

Om een SA-ondersteunende interface tussen een systeem en de bedienaar te ontwikkelen, is de eerste stap een goede analyse van de uit te voeren (deel-)taak. Vragen die gesteld moeten worden, zijn:

- Wat is het doel van de taak; wat moet het resultaat zijn?
- Welke informatie is op welk moment relevant voor de bedienaar?
- Hoe komt de bedienaar tot besluiten?
- Waar let hij op en waarom?



Brugontwerp Loodsbootproject Intergo in opdracht van Nederlands Loodswezen (zie artikel in *Schip & Werf de Zee*, juli/augustus 2007)



Console
loodsboot

- Hoe belangrijk zijn verschillende informatie-elementen?
- Welke verstoringen kunnen zich voordoen bij de uitvoering van de taak?
- Wat is per verstoring de meest effectieve en efficiënte handelswijze?

• Hoe schat de bediener de consequenties van zijn handelingen in? Na een gedegen analyse van de taak kunnen onderdelen van de mens-systeem-interface worden bepaald. Bijvoorbeeld:

- Welke feedback heeft de bediener nodig?
- Welke informatie-elementen zijn binnen een scherm te combineren?
- Welke ondersteuning heeft de bediener in welke situatie nodig?

In deze fase moet ook worden bepaald welke (deel-)taken geautomatiseerd kunnen worden en welke (deel-)taken door de mens worden uitgevoerd.

Een valkuil is dat simpele taken, die de bediener op routine uit kan voeren, ook de taken zijn die gemakkelijk kunnen worden geautomatiseerd. Daardoor blijven de complexere taken over om door de mens te worden gemonitord en bijgestuurd. Hierdoor wordt de taak mentaal zwaar en vereist continue aandacht. En er bestaat het risico dat de bediener het overzicht kwijtraakt en het lastiger wordt om zijn SA op peil te houden.

De bediener moet bij het uitvoeren van complexe taken altijd de controle houdt. Het systeem kan suggesties doen om bepaalde acties in gang te zetten, maar de bediener beslist of dit inderdaad op dit moment de beste en gewenste actie is. De bediener moet ook begrijpen hoe een systeem tot een aanbeveling komt; welke parameters wel of niet worden meegewogen.

Daarnaast is op basis van een gedegen analyse ook vast te stellen of de taak door één bediener kan worden uitgevoerd of dat er situaties zijn, waarin er twee paar ogen en oren nodig zijn.

Human Factors Engineering

Een interessant stuk om meer over deze materie te lezen is van R. Khandpur [5]. Hierin wordt op een overzichtelijke manier een beeld

geschetst van wat Human Factors Engineering (HFE), het integreren van de menselijke factor in complexe systemen, inhoudt. Niet alleen geeft het een goede indruk van de breedte van dit vakgebied, het geeft door de achtergrond van de editor ook voorbeelden afkomstig uit de zeescheepvaart. Verschillende menselijke capaciteiten en beperkingen en hoe hiermee rekening te houden, komen aan de orde. Tevens wordt ingegaan op de risico's rond de automatisering van taken, zoals het verlies van SA. Ten slotte wordt aangegeven wanneer in het ontwerpproces van een schip inzet van een Human Factors Engineer nuttig is.

Een ergonomisch adviseur/ontwerper heeft de deskundigheid en ervaring om het proces, waarbij human factors in het ontwerp van een bruginrichting en besturings- en ondersteuningssystemen worden geïntegreerd, te begeleiden. Hoe eerder in het ontwerpproces deze deskundigheid wordt ingezet, hoe beter rekening kan worden gehouden met de mens als onderdeel van het systeem.

Een voorbeeld van de inzet van een ergonomisch adviseur is te vinden in een eerder in dit vakblad gepubliceerd artikel [6]. Het betrof het functioneel ontwerp van de brug van een loodsboot. Op basis van een analyse van de taken en de verwachte werkwijze op de brug en een inventarisatie van de hulpmiddelen en -systemen zijn kritische ontwerpeisen gespecificeerd.

Een van de kritische aspecten is het zicht van de stuurman vanaf de brug naar buiten. Dit bepaalt de zit- en stapositie en is vastgelegd in 3D-visualisaties van het brugontwerp. De positie van de stuurman is van invloed op de plaatsing van bedieningsmiddelen (bereikbaarheid) en informatieschermen (zichtbaarheid). De indeling van de console is een uitloei van functionele taakeisen. Op basis van het belang van hulpmiddelen voor de taak, de gebruiksfrequentie en -duur en de gebruiksvolgorde van verschillende middelen (afgeleid van de werkwijze) is gekomen tot een logische groepering van bedienings- en informatiemiddelen.

Referenties

1. M.R. Endsley, B. Bolté & D.G. Jones, *Designing for Situation Awareness – An Approach to User-Centered Design*, Taylor & Francis, Londen & New York, 2003.
2. M.R. Endsley, *Towards a theory of situation awareness in dynamic systems*, *Human Factors* 37(1), page 32-64, 1995.
3. M.R. Endsley & D.B. Kaber, *Level of automation effects on performance, situation awareness and workload in a dynamic control task*, *Ergonomics*, 42(3), page 462-492, 1999.
4. D. Reedijk MSc, 2012: het jaar van ECDIS, *SWZ/Maritime*, jaargang 132, januari 2011, pag. 34–37.
5. R. Khandpur, *Human Factors in Ship Design*, United States Coast Guard, Washington D.C., <http://legacy.sname.org/committees/tech.ops/038/reports.html>
6. I. Houting, H.F.L. Frieling & R. van der Weide – Intergo bv, *Life Cycle Ergonomics in Bridge Design*, Schip & Werf de Zee, juli/augustus 2007, pag. 36-39.