

Standaardisatie van de communicatie op landbouwwerktuigen

Dr. ir. D. Goense

Universitair Hoofddocent, Landbouwniversiteit, Vakgroep Agrotechniek en -Fysica

Bomenweg 4, 6703 HD Wageningen

telefoon: 0317 - 48 41 38, telefax: 0317 - 48 48 19.

e-mail: Daan.Goense@User.AenF.WAU.NL

Zowel technische als landbouwkundige ontwikkelingen maken toepassing van elektronica en informatietechnologie op landbouwwerktuigen noodzakelijk. Zowel binnen Duitsland als in internationaal verband wordt aan standaardisatie van gegevensuitwisseling gewerkt. Aan de hand van de ISO voorstellen worden de belangrijkste kenmerken van de toekomstige standaard besproken. Verschillen met de Duitse aanpak worden aangegeven. De DIN standaard staat op het punt definitief te worden, terwijl ISO voor een aantal delen nog in het stadium van werkdocument is.

Trefwoorden: standaardisatie, communicatie, ISO 11783, DIN 9684, CAN.

Het gebruik van computers en elektronica op landbouwwerktuigen is niet meer weg te denken. Een aantal mechanische oplossingen uit het verleden kan goedkoper met elektronica worden uitgevoerd. De hydraulische hefinrichting op tractoren en de aansturing van een moderne grootpakpers zijn daar goede voorbeelden van. Daarnaast stelt de huidige landbouw eisen waaraan alleen door middel van sensoren, elektronica en informatica kan worden voldaan.

Ruim 10 jaar geleden is de rijpsnelheidsafhankelijke dosering van meststoffen en bestrijdingsmiddelen ingevoerd om de kwaliteit van de uniforme verdeling te verbeteren. Nu wordt gewerkt aan precisie-landbouw waarbij bewerkingen zodanig worden uitgevoerd dat iedere locatie binnen het veld zijn optimale behandeling krijgt. Hiervoor worden sensor systemen gebruikt om de positie te bepalen en bodem en gewas eigenschappen te meten. Intelligente werktuigen voeren die bewerkingen precies en volgens specificatie uit. Het geheel wordt aangestuurd door een 'task controller' die de werktuigen op basis van managementinformatie aanstuurt en in de toekomst een deel van de beslissingen autonoom neemt. Een goede interactie met de bestuurder door middel van beeldschermen, toetsenborden

en bedieningshandels blijft tot de komst van het autonome werktuig nog nodig.

De landbouwwerktuigenwereld wordt gekenmerkt door een grote variëteit aan werktuigen en een groot aantal producenten die meestal maar een deel van het scala aan werktuigen kunnen leveren. Veel van de fabrikanten rekenen het landbouwkundige deel dat zich in de 'task controller' afspeelt niet tot hun domein, zodat interactie met een managementsysteem van een andere leverancier nodig is. Vanuit deze situatie is al in 1986 in Duitsland de noodzaak voor standaardisatie van gegevensuitwisseling onderkend en opgepakt. In 1990 zijn eerste stappen gezet voor internationale standaardisatie. Kort daarna is met de oprichting van de normcommissie landbouw elektronica van het NNI de Nederlandse inbreng in de internationale activiteiten geformaliseerd.

Internationale standaardisatie via ISO

De noodzaak voor standaardisatie van elektronica en gegevensuitwisseling is niet specifiek voor landbouwwerktuigen in de akkerbouw maar speelt ook in de veehouderij. Bij het starten van de internationale activiteiten is gekozen voor de oprichting

van een subcommissie SC19 'Agricultural Electronics' die resulteert onder de technische commissie, TC23 'Tractors and machinery for agriculture and forestry'. Bij de oprichting zijn drie werkgroepen geformuleerd; WG1 voor 'Mobile equipment', WG2 voor 'Stationary equipment' en WG3 voor 'Animal Identification'.

Nationale standaard organisaties, zoals bij ons het NNI en in Duitsland de DIN, vormen de leden van de ISO. Binnen de subcommissie 'Agricultural electronics', waar formeel de besluiten over voorstellen voor standaards worden genomen, heeft ieder land één stem via haar officiële vertegenwoordiger. De werkgroepen, die de voorstellen formuleren, bestaan uit individuele experts die daar zitten op persoonlijke titel en niet als officiële vertegenwoordiger van een land.

Standaardisatie in Duitsland

Naast de internationale activiteiten op het gebied van standaardisatie voor gegevensuitwisseling op trekkers en landbouwwerktuigen is de Duitse werkgroep onder auspiciën van de DIN doorgegaan met het uitwerken van een nationale standaard. Belangrijke factor hierbij is dat op het moment dat internationale activiteiten opstarten er in Duitsland een, mede door het ministerie van landbouw gesteund, meerjarig project liep, waarbij de Duitse landbouworganisatie DLG een coördinerende rol speelde. Op dat moment was ook niet zeker of ISO wel voldoende voortgang zou boeken. Daarnaast is niet uit te sluiten dat een aantal van de Duitse partijen hoopt op een lang uitblijven van de ISO standaard en verwachten een marktvoordeel te behalen uit een de facto standaard gebaseerd op DIN 9684.

ISO 11783

De voorstellen voor communicatie op trekkers en landbouwwerktuigen worden beschreven onder ISO 11783 'Tractors, machinery for agriculture and forestry - serial control and communications network'. In feite is de titel te beperkt omdat ook de communicatie tussen mobiele computers en managementsystemen onder deze standaard zal vallen. De standaard is in een aantal delen opgesplitst, waarbij enigszins het zeven lagen model voor communicatie van ISO/OSI is gevolgd. De volgende 11 delen zijn op dit moment in bewerking:

1. 'General Standard for Agricultural Mobile data communication'. Hierin wordt een algemeen overzicht gegeven van de opbouw van de standaard en worden de gehanteerde begrippen gedefinieerd. Om consistentie in de documenten te handhaven zal dit document het langst als werkdocument in behandeling blijven.
2. 'Physical layer, 250 kbits/s, Quad Twisted cable'.
3. 'Data Link layer, Harmonised with J1939/21'.
4. 'Network Layer for Agricultural Mobile data Communication'.
5. 'Network management for agricultural Mobile data Communication'.
6. 'Virtual Terminal'.
7. 'Basic Messages Application layer for Agriculture'.
8. 'Power train Applications layer; Harmonised with J1939/71'.
9. 'Data Dictionary for mobile data Communication'.
10. 'Implements Messages Application layer for agriculture'.
11. 'Management Computer messages for Agriculture'.

De meeste van de genoemde documenten worden vanuit de Verenigde Staten opgesteld. Hierbij is er naar gestreefd om de standaard zoveel mogelijk overeen te laten komen met SAE J1939, die voor vrachtwagens en autobussen is gedefinieerd. Voor deel 6, 9 en 11 is er veel inbreng geweest vanuit Duitsland, Nederland en Denemarken.

De fysieke laag

Een belangrijk kenmerk van het CAN communicatie protocol is dat de fysieke laag, de

kabel en de elektronische eigenschappen van de signalen op de kabel niet gedefinieerd zijn. In eerste instantie is er voor de landbouw aan gedacht om de standaard over te nemen die voor vrachtwagens is gedefinieerd. Daar wordt een omhuld, getwist dradenpaar gebruikt. De ervaringen van een paar grote Amerikaanse landbouwwerktuigen fabrikanten waren dat dit op landbouwwerktuigen geen betrouwbaar medium is. Daarop kwam John Deere met een alternatief ontwerp gebaseerd op vier getwiste draden. Twee daarvan zijn voor de communicatie en de andere twee voor de voeding van de actieve afsluiters van de bus. Met de laatste versie van dit voorstel is het mogelijk om aan de kant van de ECU's gebruik te maken van commercieel beschikbare drivers die ook in de automobielsector gebruikt worden. De actieve afsluiters zijn (nog) specifiek voor de landbouwstandaard en zullen daarom niet zo snel als goedkope chip beschikbaar komen.

Ook de stekker tussen trekker en werktuig en eventueel op het eind van de werktuigen is gedefinieerd in de standaard. Deze stekker zorgt ook voor doorvoer van de 60 A voeding voor elektromotoren etc. en een 25 A schone voeding voor de aangesloten ECU's.

In Duitsland is DIN 9684 zodanig aangepast dat dezelfde kabel en stekker gebruikt worden als in ISO 11783 is gedefinieerd. De meest recente berichten uit Duitsland zijn dat men de eigen fysieke laag helemaal heeft laten vallen en die van ISO overneemt. De verschillen in de hogere communicatie lagen kan voor boeren verwarrend zijn. De stekkers passen wel, de signalen op de bus kloppen ook, maar de werktuigen kunnen toch niet met elkaar communiceren.

De data link laag

ISO 11783 is gebaseerd op CAN versie 2.0B, waarbij een bericht, naast enige bits overhead, bestaat uit een 29 bits identifier en een maximaal 8 bytes data gedeelte. De 29 bits identifier is ingedeeld in: 3 bits 'Priority Number' (P), 18 bits 'Parameter Group Number' (PGN) en een 8 bits 'Source address' (SA). Bij het definiëren van boodschappen wordt een prioriteit toegekend zodat soorten berichten, door het

mechanisme van bit voor bit arbitrage, verschillende kansen hebben om de toegang tot de bus te winnen.

Het PGN nummer is vrij complex gestructureerd. Er wordt onderscheid gemaakt tussen berichten bestemd voor een bepaald adres en berichten voor alle gebruikers. Daarnaast wordt verschil gemaakt tussen commando's, verzoeken om informatie, antwoorden op zo'n verzoek, bevestigingen en speciale communicatie functies. De beschikbare bits maken het mogelijk om tienduizenden soorten berichten te definiëren.

Het gebruik van source adressen is nodig om te voorkomen dat er een botsing op de bus plaats vindt als twee ECU's met het zelfde soort bericht, maar verschillende inhoud van het data gedeelte, op exact hetzelfde tijdstip toegang tot de bus willen.

In de DIN standaard wordt gebruik gemaakt van CAN versie 2.0 A, die maar 11 identifier bits kent. Hier worden ook 3 bits voor prioriteit gebruikt. Er is sprake van een andere indeling in soorten berichten en voor een deel daarvan wordt, om dezelfde reden als voor ISO vermeld, een source adres gebruikt. Dit is in DIN beperkt tot 4 bits, wat betekent dat het aantal ECU's dat zelfstandig toegang tot de bus kan claimen veel beperkter is dan in het geval van ISO.

De netwerk laag

Een ISO 11783 netwerk kan uit meerdere segmenten zijn opgebouwd. Door de beperkte maximale lengte van een CAN bus is dit als meerdere grote landbouwwerktuigen aan elkaar gekoppeld worden al een probleem. Daarnaast is het functioneel soms prettig om het netwerk in een trekker of in een werktuig als een apart segment uit te voeren. In de netwerk laag wordt vastgelegd hoe boodschappen tussen segmenten doorgegeven, gefilterd, eventueel vertaald en anders samengepakt worden. Ten behoeve van het filteren is het mogelijk een 'Message Filter Database' op te zetten. Daarmee is het bijvoorbeeld mogelijk om alle boodschappen die gebruikt worden voor de besturing van de motor en versnellingsbak binnen het trekkersegment te houden en daarmee niet het bus gedeelte dat naar de werktuigen gaat te belasten.

De DIN standaard gaat uit van één segment, wat niet uitsluit dat fabrikanten geen eigen intern bus segment mogen gebruiken. DIN gaat er vanuit dat zo'n segment als één unit met de standaard bus communiceert.

De netwerk management laag

In de netwerk management laag wordt onder andere de toewijzing van adressen geregeld. Zoals bij de data link laag is opgemerkt moet elke ECU gebruik maken van een uniek adres, maar een ECU kan over meerdere van die adressen beschikken. Er zijn vier soorten toewijzingen voor adressen mogelijk;

- Vast adres: Een ECU is door de fabrikant van een vast adres voorzien. Dit is realistisch omdat SAE J1939 voor een aantal functies preferente adressen heeft toegewezen. Voorbeelden van dergelijke 'functies' zijn: motor, versnellingsbak, en rem systeem.
- Service instelbaar adres: Een service monteur kan een adres aan een bepaalde ECU toewijzen of veranderen.
- Commando instelbaar adres: de ECU kan via een specifiek 'commando message' tijdens normaal bedrijf een adres worden toegewezen. Het is bijvoorbeeld goed denkbaar dat een werktuig één hoofd ECU heeft die adressen claimt en die vervolgens aan ondergeschikte ECU's toedeelt.
- Zelf toewijsbare adressen: De ECU zorgt er zelf voor dat het via een beschreven procedure een of meerdere adressen krijgt toegewezen.

Om alle individuele objecten die aan het bus verkeer deelnemen uniek te identificeren zijn 256 adressen niet voldoende. Objecten worden in ISO 11783 geïdentificeerd met een 'Name', een 64 bit veld. Bit 1 geeft aan of het al of niet om een zelf adresseerbare ECU gaat, verder wordt aangegeven om welke industrie groep het gaat (bijvoorbeeld landbouw), het type werktuig, de teller voor het type werktuig, de functie (Object), de functie teller, de ECU teller voor de betreffende functie, een fabrikant code voor de ECU met het serie nummer. Fabrikanten zullen er voor moeten zorgen dat de tellers op een bedrijf ingesteld kunnen worden. Dat is nodig als ECU's worden vervangen en meerdere werktuigen aan elkaar worden gekoppeld.

ECU's moeten voor een correcte communicatie een associatie tabel opbouwen met de 'Name' en het daarbij behorende adres. Onder één adres kunnen, zoals de werkdocumenten nu beschreven zijn, binnen één ECU meerdere werktuigen, functie typen en functie tellers vallen. Dit betekent dat, wil een bericht bij het goede object aankomen, er in het data gedeelte aangegeven moet worden voor wie het bedoeld is. De relatie tussen de verschillende delen waaruit de 'Name' is opgebouwd en een adres is nog niet goed vastgelegd. Hier zijn regels gewenst die zorgen voor een efficiënte benutting van de 29 bits CAN identifier, waarbij ook nog eens goed nagedacht zou moeten worden over de toedeling van het PGN gedeelte.

In de DIN standaard wordt aan elk werktuig één dynamisch adres toegewezen. De consequentie is dat als werktuigen meerdere ECU's gebruiken die rechtstreeks aan de standaard bus zijn aangesloten, ze op de een of andere manier onderling de toegang tot de bus moeten regelen om botsingen te voorkomen. Dit maakt het toevoegen van accessoires met ECU's van derde fabrikanten erg moeilijk.

Virtual Terminal

Een van de belangrijke, maar tevens omstreden doelstellingen van de standaardisatie van elektronica op landbouwwerktuigen is één universele standaard bedieningsterminal die door de trekker, de task controller en alle werktuigen gebruikt kan worden voor de interactie met de bestuurder. Voorstanders gaan er vanuit dat het voor de gebruiker niet acceptabel is dat hij voor de verschillende werktuigen gebruik moet maken van verschillende bedieningskastjes. Dit betekent dat ze in en uit de trekker gehaald moeten worden en dat de manier van bedienen per werktuig kan verschillen.

De tegenstanders, meest uit de hoek van de werktuigfabrikanten, menen dat ze zich juist in de manier van bedienen kunnen onderscheiden van de concurrent en dat een standaard oplossing daarom ongewenst is. Het voorstel voor een standaard terminal is volledig gebaseerd op DIN 9684 en wordt nu ook door de Amerikanen ondersteund. In dit voorstel worden alleen de logische functies gedefinieerd, en wordt ten aanzien

van de fysieke implementatie alleen een paar minimale eisen aan het beeldscherm gesteld. De functionele omschrijving omvat de totale bedieningsomgeving van beeldscherm en toetsenbord, plus joysticks, analoge bedieningshandels, schakelaars en lampjes. Daarnaast blijft het via een zogenaamd partnersysteem altijd mogelijk om voor heel specifieke werktuigen een extra bedieningspaneel op de bus aan te sluiten.

Belangrijkste kenmerk is dat elke gebruiker op de bus één of meer schermen kan definiëren die automatisch of op verzoek op de voorgrond geplaatst kunnen worden. Als onderdeel van zo'n scherm kan de betekenis van 'softkeys' en functie toetsen vastgelegd worden.

Basic Message Application layer for Agriculture

Er zijn een aantal basis berichten gedefinieerd waarvan verwacht wordt dat ze door de relevante gebruiker met een gedefinieerde frequentie op de bus worden aangeboden. Hieronder vallen onder andere: een bericht met de tijd, de rijsnelheid en afgelegde weg, de positie, informatie van de hef-inrichting van de trekker, informatie over de aftak-as en over de hydraulische ventielen. In het werkdocument voor dit deel zijn ook berichten voor het schakelen van de verlichting gedefinieerd, maar hier is een nauwkeurige afstemming met de vrachtwagensector noodzakelijk.

Bij DIN is een vergelijkbare lijst van basis berichten gedefinieerd.

Power train Applications layer

De communicatie binnen trekkers en het aandrijvingsgedeelte van zelfrijdende werktuigen wordt volledig overgenomen van SAE J1939/81, een standaard voor de landbouw, die op zijn beurt nauw is afgestemd op die voor vrachtwagens. Hierin zijn berichten gedefinieerd die gedetailleerde informatie over de motorprestatie geven, mogelijkheden om de motor aan te sturen, de versnellingsbak te schakelen, communicatie met het ABS remsysteem, etc. Er is sprake van enige redundantie, omdat hierin ook informatie over snelheid en positie van het voertuig is gedefinieerd.

DIN ziet deze functies als een interne aangelegenheid binnen trekkers en heeft er niets over vastgelegd.

Data Dictionary for mobile data Communication

Vanuit Nederland is in een vroeg stadium een voorstel voor een data-dictionary ingediend die is gebaseerd op een uitgewerkt referentie informatie model. De in Nederland ontwikkelde referentie modellen en het werk in het Europese project 'Computer Integrated Agriculture' zijn een belangrijke basis voor deze voorstellen. Acceptatie ondervindt weerstand, omdat dit betekent dat andere documenten, die al vanuit een bepaalde hoek zijn opgesteld, moeten worden aangepast. Zo is er in de SAE documenten helemaal geen sprake van een object georiënteerde benadering maar wordt er over functies gesproken, die bij nadere analyse soms informatie over meerdere objecten bevatten. Een andere factor is dat veel van de deelnemers van de werkgroep afkomstig zijn uit de elektronica wereld en niet vertrouwd zijn met informatie analyse technieken.

Consequente toepassing van de 'Data Dictionary' betekent dat er in andere documenten geen definities van data elementen moeten worden opgenomen om redundantie in de standaard te voorkomen.

Implements Messages Application layer for agriculture

Het is de bedoeling om in een apart document een beperkt aantal generieke berichten

te definiëren om werktuigen aan te sturen. Hieronder vallen doseringen en andere specificaties voor werktuigen en opdrachten voor het vastleggen van sensor waarden.

Management Computer messages for Agriculture

De uitwisseling van gegevens tussen het mobiele systeem is gebaseerd op het ADIS protocol zoals gedefinieerd in ISO 11787. Document 11783 deel 11 geeft aan welke mogelijkheden van ADIS wel en niet zullen worden gebruikt en geeft net zoals in de Nederlandse koppeling voor boordcomputers en managementcomputers een aantal templates met berichten.

In de koppeling tussen management en mobiel systeem is de noodzaak van één generieke 'Data Dictionary' het meest duidelijk. Het gebruik van op ASCII files gebaseerde ADIS protocol is voor grote hoeveelheden plaatsspecifieke data niet efficiënt. In Amerika wordt aan alternatieven op basis van DDE en OLE gedacht. Daarnaast wordt communicatie via draadloze netwerken nu al een realistische optie. Het gebruik van meerdere standaard protocollen naast ADIS voor overdracht van dezelfde gegevens is in de toekomst te verwachten. Definitie van objecten en data elementen in de protocol beschrijving, zoals dat nu bij DIN gebeurt, lijdt tot ongewenste redundantie.

Conclusies

Een opvallend aspect bij het opstellen voor de standaard voor gegevensuitwisseling is dat er erg oplossingsgericht wordt gewerkt. Functionele eisen waaraan de standaard

moet voldoen zijn nergens vastgelegd. Dit is in een industriële omgeving met concurrenten aan tafel te begrijpen. Met het aangeven van functionele eisen geef je immers inzicht in de plannen voor de toekomstige generatie landbouwwerktuigen. De kans is groot dat er in de loop van de tijd aanpassingen komen die achteraf gezien niet de meest elegante en efficiënte oplossing opleveren.

Belangrijk is dat er snel een internationale standaard komt. Deel 3, de data link laag, is nu in de eerste stemmingsronde. Deel 2, de fysieke laag, en de delen 4 en 5 rond de netwerklaag zullen vermoedelijk in februari 1997 zover zijn. De andere documenten zijn officieel nog in het stadium van werkdocument, maar deel 6, de 'Virtual Terminal', is in Duitsland al operationeel. Fabrikanten weten nu in ieder geval waar ze wat betreft hardware aan toe zijn. Met een flexibele implementatie van software is het mogelijk met voorlopige versies van de hogere communicatie lagen te beginnen.

Het is verwarrend dat er zowel aan een DIN als aan een ISO standaard wordt gewerkt. De meest recente ontwikkeling in Duitsland, waar de industrie er voor koos om met de fysieke laag over te gaan naar de ISO oplossing, geeft aan dat de industrie mondiaal denkt. Het is voor boeren, loonwerkers en uiteindelijk ook de fabrikanten zelf te hopen dat er ten aanzien van de andere communicatie lagen net zo over wordt gedacht. @