

Het (4,2) concept voor het maken van fouten tolererende computers

Th. Krol, C.J. van Driel

In de jaren 60 en 70 begon de computer een vertrouwd stuk gereedschap te worden op tal van gebieden, zo ook binnen de telefonie. Echter een computer die wordt toegepast als besturingseenheid in een telefoon centrale is bepalend voor de betrouwbaarheid van de gehele centrale en moet dus aan hoge betrouwbaarheids eisen voldoen. Gemiddeld mag een telefooncentrale, en dus ook de besturings eenheid, in een periode van 40 jaar slechts een keer uitvallen en niet meer dan twee uur buiten werking zijn.

Bij de ontwikkeling van de eerste generatie computer bestuurde telefooncentrales (stored program control) (1965-1975) bleek, zowel binnen Philips als elders, dat de ontwikkelkosten van de besturings-eenheid veel hoger uitvielen dan was verwacht. Dit werd o.a. veroorzaakt doordat, als gevolg van de gekozen architectuur, de ontwikkeling van de besturingssoftware onlosmakelijk verweven was met de ontwikkeling van de software die nodig is om hardware fouten te ondervangen. Dit was de aanleiding om in 1972 in de groep Aagaard onderzoek te gaan doen naar alternatieve architecturen voor betrouwbare "fouten tolereren de" computers.

In eerste instantie richtte het onderzoek zich op de betrouwbaarheids-verbetering van computer subsystemen. Het nut van het hieruit voortgekomen fouten tolererend geheugen met minimale redundancy (1976) werd echter snel achterhaald door de dalende prijs van geheugen elementen. Gedurende de periode 1976-1983 heeft het onderzoek zich gericht op de betrouwbaarheids-verbetering van het totale besturingssysteem. Dit leidde in 1979 tot het (N,K) concept, een methode waarbij de hardware, in plaats van de data, als het ware gecodeerd wordt met een symboolfouten corrigerende code.

Naast de maatregelen die op systeem nivo getroffen worden om de betrouwbaarheid te verbeteren, past men meestal ook nog een fouten corrigerende code toe om de betrouwbaarheid van de geheugens extra te verbeteren. Het bleek dat door een nieuw ontworpen code, die zowel foute bits als foute symbolen kan corrigeren, de code voor het geheugen en de code van het (4,2) concept gecombineerd konden worden (1980). Dit leverde een aanzienlijke besparing van de hardware op.

Op basis van het (4,2) concept met de verbeterde code is in 1981 bij PTI de ontwikkeling gestart van twee telefooncentrale besturingssystemen, een voor openbare telefonie en een voor bedrijfs-centrales. De eerst genoemde ontwikkeling is gestopt door de oprichting van APT. De laatste heeft geleid tot het besturingssysteem voor de S0PHO S2500, het bedrijfs telecommunicatie systeem dat door Philips op de markt wordt gebracht.

Een onbetrouwbare enkelvoudige externe data bron die broadcast fouten produceert, kan een op zich correct functionerend fouten tolerant systeem zodanig verstoren dat het uitvalt. In de praktijk betekent dit dat de verwachte betrouwbaarheidsverbetering volledig teniet gedaan wordt. Een soortgelijk probleem, het zogenaamde "Byzantijnse Generaals Probleem" werd elders rond 1980 geformuleerd en opgelost. De combinatie van deze oplossing en het (N,K) concept leidde in 1982 tot een fouten tolererende architectuur waarbij externe defecte data bronnen de correcte werking van het fouten tolererende systeem niet meer kunnen beïnvloeden.

Na 1983 heeft het onderzoek zich voornamelijk gericht op de ondersteuning van de voorontwikkeling van TDS, en in het bijzonder op de volgende drie onderwerpen:

- De constructie van symbool- en bitfouten corrigerende codes. Dit heeft geresulteerd in een grote klasse van codes die geschikt zijn voor het (N,K) concept.
- Fouten tolererende systeem klokken.
- De implementatie van een fouten tolererend computersysteem op basis van het (4,2) concept en het Byzantijnse Generaals Algorithme.

Het onderzoek liep over de periode van 1972 tot heden. In de periode van 1972 tot 1981 werd er aan gewerkt door een tot twee man. Na 1981 is dit geleidelijk uitgebreid tot vier personen.