

# Het beste RTOS voor uw product

*Een productenbouwer integreert een aantal componenten rondom zijn eigen core component. Op deze manier voegt hij waarde toe richting het eindproduct. Naast hardware vormt een Real-Time Operating System steeds vaker de basis. Hoe kies je dit RTOS? Heb je diepgaande kennis van alle RTOSen nodig? Kun je een keuze maken puur vanuit het applicatiedomein?*

Ger Schoeber over een methode 8 jaar geleden ontwikkeld door Philips CFT en High Tech Automation (nu Ordina TA).

## Steeds meer / Moore

Bij de ontwikkeling van een product voor de professionele of consumenten markt wordt vaak een RTOS gekozen als software fundament. De hoeveelheid software in dergelijke producten neemt steeds verder toe. Over de laatste 30 jaar, zien we een groei van enkele kilobytes naar tientallen megabytes. Deze toename lijkt te worden opgezweept door de nog altijd geldende wet van Moore [1]. De afname van de lijn breedte en de toepassing van andere materialen in silicon, biedt meer en meer rekenkracht en geheugencapaciteit. En dit bij een gelijkblijvende of zelfs afnemende prijs per cm<sup>2</sup>. Wat u en ik 5 jaar geleden als systeem op ons bureau hadden staan zien we nu in TV's als platform. Kijken we anderhalf decennium terug dan treffen we nog zelfmodificerende code in de eerste generaties autoradio's aan. Een RTOS viel toen nog ver buiten de mogelijkheden. Dit in tegenstelling tot nu. Kijk naar onze mobieltjes: niet alleen een RTOS om de intrinsieke functies tot hun recht te laten komen, maar ook een Java platform om spelletjes of andere gedownloade toepassingen te kunnen draaien. In de race om alle bytes in het beschikbare ROM of flash van het hardware platform gevuld te krijgen zien we dan ook steeds vaker een RTOS opduiken. Hoe maakt u nu de juiste selectie uit het beschikbare woud van RTOSen?

## De keuze ...

De meest gehanteerde aanpak is: kijk welke RTOSen er voor handen zijn. Onderzoek welke het beste voldoet aan de behoeftes van de applicatie, het product of de

familie van producten. U komt tot de ontdekking dat die keuze best lastig is. Het ene RTOS heeft een goede real-time performance, het andere de juiste memory footprint en weer een ander sluit goed aan wat betreft het licentie model. En, er zijn er zoveel. De juiste keuze blijkt helemaal niet zo gemakkelijk. En hoe betrouwbaar is het foldermateriaal van de leverancier? Hoe eerlijk is de verkoper? Om de echte ins en outs van het systeem te leren kennen zou het eigenlijk eerst flink aan de tand moeten worden gevoeld. Maar het mooiste zou zijn als u een keuze kon maken vanuit de behoefte van de toepassing, bijvoorbeeld: mijn toepassing is een consumentenproduct op het gebied van audio/video, met als doel de massa markt. En uit een dergelijk statement zou meteen het juiste RTOS moeten rollen.

## Applicatiegebieden

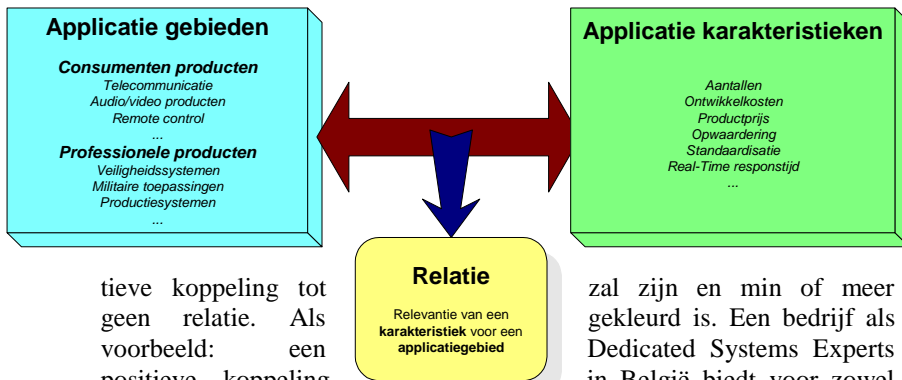
U als productenfabrikant bent helemaal niet geïnteresseerd in een uitgebreide evaluatie van beschikbare RTOSen. Nee, u wilt een concurrerend product op de markt brengen. Een product met voor de klant waardevolle features. Een product wat kan opboksen tegen de prijs van de concurrentie. En een product waarvan de ontwikkeling, integratie en test geen hoofdbrekens, en ook zeker geen zeeën van tijd kost. Een RTOS is een van de componenten welke in dit product geïntegreerd is. De selectiemethode [2] die in dit verdere artikel

besproken wordt gaat juist uit van het applicatiegebied waarin uw producten zich bevinden. Hierin zijn de applicatiegebieden in twee groepen verdeeld. Een groep voor de consumenten producten en een groep voor de professionele pro-

Applicatiegebieden	
Consumenten producten	Professionele producten
Telecommunicatie: GSM, GPRS, UMTS	Veiligheidssystemen
Telecommunicatie: DECT	Militaire toepassingen
Audio en video eindproducten	Productie systemen
Remote control	Proces industrie
Huishoudelijke toepassingen	Medische systemen
Toepassingen voor in de auto	Laboratorium toepassingen
Multi-media systemen	Transport en logistiek
Entertainment, spelcomputers	Telecommunicatie centrales
PDA's	Uplink & broadcast systemen
	Simulatoren
	Data acquisitie
	Robotica

Tabel 1 - Applicatiegebieden

ducten. Ieder applicatiegebied heeft zijn eigen karakteristieken. Neem als voorbeeld de telecommunicatieproducten voor de consument. Bij de hardware architectuur herken je hierin functies als een microprocessor, eventueel met een digitale signaalprocessor, programma en datageheugen (deels niet vluchtig), additionele logica voor bijvoorbeeld infrarood en bluetooth. Vanwege deze hardware architectuur, de omvang en de prijs, is er grote behoefte de software te optimaliseren voor zowel performance als de grootte. Dit leidt direct tot de eis voor een extreem kleine kernel. Maar ook zaken als ondersteuning voor data communicatie, optimalisatiemogelijkheden, ontwikkelkosten en UI-mogelijkheden zijn belangrijk. Vanuit dit voorbeeld is het mogelijk voor alle applicatiegebieden de relevantie van bepaalde karakteristieken weer te geven. De relatie tussen een karakteristiek en een applicatiegebied kan uiteenlopen van een sterke positieve of nega-

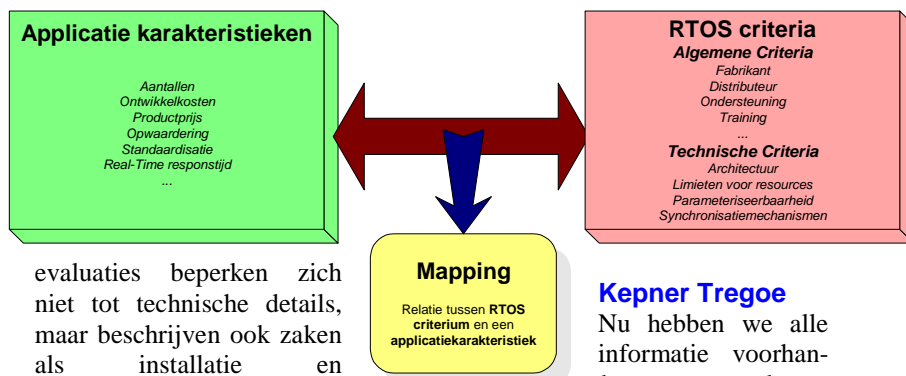


tieve koppeling tot geen relatie. Als voorbeeld: een positieve koppeling houdt in dat er een evenredige relatie bestaat tussen de mate van optimalisatiemogelijkheden enerzijds en de categorie teleoconsumenten product anderzijds. De relatie tussen het aantal opeenvolgende generaties en een systeem uit de procesindustrie is een voorbeeld van een negatieve koppeling. Uiteindelijk volgt hieruit een lijst van karakteristieken die voor uw toepassing van belang zijn bij de keuze van een RTOS. De kracht van de selectiemethode zit in de koppeling tussen applicatiekarakteristieken en criteria voor een RTOS systeem.

### RTOS criteria

Alvorens deze koppeling te kunnen maken kijken we eerst welke criteria er zijn voor een RTOS. We moeten hier zeker niet alleen denken aan technische en functionele criteria. Zeker zo belangrijk zijn de meer algemene en leverancierscriteria. Wat deze criteria betreft zal iedere RTOS leverancier heel graag deze informatie aan willen en ook kunnen leveren. Nadeel is dat deze informatie niet objectief

zal zijn en min of meer gekleurd is. Een bedrijf als Dedicated Systems Experts in België biedt voor zowel bedrijven als voor de gemeenschap in het algemeen als een van haar diensten aan om RTOSen te evalueren en te vergelijken [4]. Deze



evaluaties beperken zich niet tot technische details, maar beschrijven ook zaken als installatie en configuratie, tools en support, documentatie, etc. Ook zijn in het verleden in de samenwerking tussen Philips CFT en High Tech Automation een aantal RTOSen gebenchmarkt [3]. Een groot voordeel van deze evaluaties is dat ze informatie bevatten uit de praktijk en niet alleen een documentatiestudie zijn. Dit geeft in ieder geval een indruk van de mogelijkheden van dergelijke systemen. Een nadeel enerzijds is dat de informatie dateert en anderzijds dat ze gebaseerd is op een bepaalde ontwikkelomgeving en targetplatform. Zeker waar het gaat om de technische karakteristieken als performance, interrupt latency en memory access, zijn deze zeer sterk gebonden aan de gebruikte target omgeving. Ook wordt dit sterk beïnvloed door zaken als caching.

### De relatie tussen applicatiegebieden en RTOS criteria

Wanneer we een rela-

tie kunnen leggen tussen applicatiekarakteristieken enerzijds en criteria voor RTOSen anderzijds, kan van daaruit op een objectieve manier een keuze voor een RTOS gemaakt worden voor het applicatiegebied waarin uw product zich bevindt. Ook bij deze mapping zien we zowel positieve, negatieve en geen relatie terug. Bijvoorbeeld de relatie tussen het voldoen aan standaarden enerzijds en de optimalisatiemogelijkheden anderzijds kunnen we zien als een omgekeerd evenredige of negatieve relatie.

### Kepner Tregoe

Nu hebben we alle informatie voorhanden om tot een keuze voor het juiste RTOS te komen. De methode zoals ze destijds door Philips CFT en High Tech Automation is ontwikkeld [2], gaat uit van de Kepner-Tregoe selectie methode [5]. Deze methode is zeer geschikt wanneer keuzes gemaakt moeten worden tussen meerdere alternatieven. Een sterk kenmerk van deze methode is de opdeling van criteria in “musts” en “wants”. Een alternatief moet minimaal voldoen aan de “musts”. Dat geeft meteen een eerste filtering. Betreffende de “wants” wordt gewerkt met weegfactoren. Het toepassen van deze methode leidt tot een RTOS waarvan de criteria die van belang zijn voor het betreffende applicatiegebied, de beste score hebben. Hierbij rekening houdend met het belang van de criteria voor het applicatiegebied door gebruik te maken van weegfactoren. De laatste stap bestaat uit het spelen van “de advocaat van de duivel”. Bij deze stap wordt gestart met het beste alternatief. Dit alternatief wordt geconfronteerd met vragen die expliciet de geschiktheid van het RTOS in twijfel kunnen trekken. Daarna worden dezelfde vra-

RTOS criteria	
Algemene criteria	Technische criteria
Fabrikant	Architectuur
Distributeur	Limieten voor resources
Ondersteuning	Parameteriseerbaarheid
Training	Schaalbaarheid
Betrouwbaarheid leverancier	Veiligheid
Marktaandeel	Multi-processor ondersteuning
Groei-indicatie	Geheugenbeheer
Verhouding prijs/performance	File en device I/O
Ontwikkelomgeving	Interproces communicatie
Ondersteuning hardware platforms	Synchronisatiemechanismen
Ondersteuning van standaarden	Proces en thread ondersteuning
Kwaliteit documentatie	Resource scheduling
Stabiliteit van het product	Interrupt afhandeling
Beschikbare kennis	Performance
	Re-entrancy
	API
	Tijd en klok management
	Error en exception afhandeling
	Executie vanuit ROM
	Communicatiemogelijkheden
	UI support
	Database support

Tabel 2 - RTOS criteria

gen op de op-een-na-beste keuze ingezet. Deze vragen omspannen het hele gebied van feiten tot geruchten. Een voorbeeld hiervan: “welke zaken zouden tot problemen kunnen leiden (op basis van ervaring) wanneer we overgaan tot integratie van dit RTOS?”. Na deze stap kan overgaan worden tot het trekken van de finale conclusie.

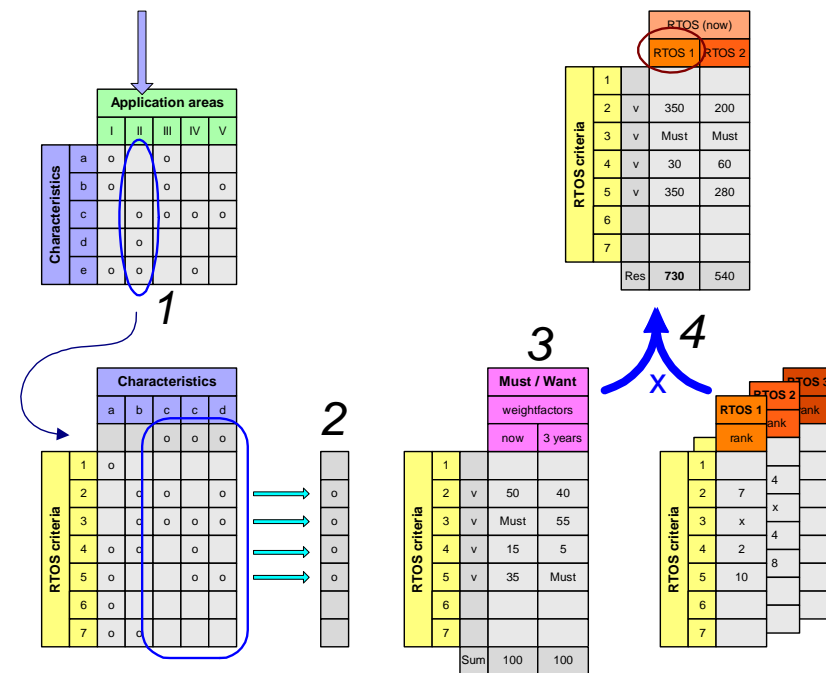
### Samenvatting

Hieronder volgen nog eens kort alle stappen van de totale selectiemethode.

1. Selecteer het applicatiegebied. Dit leidt tot karakteristieken die voor dat gebied van belang zijn.
2. Via de mapping tussen applicatiekarakteristieken en RTOS criteria volgt hieruit een lijst van RTOS criteria die voor het betreffende applicatiegebied van belang zijn.
3. Verdeel de RTOS criteria in “musts” en “wants”. Doe dit zowel voor de huidige situatie als voor de situatie zoals men die verwacht voor over bijvoorbeeld 3 jaar. Voeg voor alle “wants” weegfactoren in. Verdeel in totaal 100 punten over de weegfactoren.
4. Vermenigvuldig de weegfactoren met de waarden van de gebenchmarkte RTOSen. Een RTOS dat niet voldoet aan een van de “must” criteria valt al meteen af.
5. Voer de “advocaat van de duivel” stap uit.

### Conclusie

In dit artikel is een selectiemethode besproken die uitgaat van de behoeftes van de klant: wat is het applicatiegebied en wat zijn de karakteristieken van dit gebied waarvoor producten worden gerealiseerd. Dit in tegenstelling tot de praktijk waarin meestal de techniek het startpunt is. Oftewel de mogelijkheden van de verschillende RTOSen. Uiteraard is dit zonder meer ook belangrijk. Zonder deze informatie is een keuze niet te maken. En wat de mogelijkheden van een RTOS betreft: deze horen gebenchmarkt te worden door ze ook daadwerkelijk te gebruiken.



Figuur overgenomen uit: [2] "Real Time Operating Systems, An evaluation method and results", blz 90 en 91.

De installatie, het gebruik van de ontwikkelomgeving, de ondersteuning vanuit de leverancier. Ook dit beïnvloedt in grootte mate de ontwikkelingspanning en ontwikkeltijd bij het bouwen van producten. En uiteraard de intrinsieke mogelijkheden en onmogelijkheden van het RTOS in het product zelf. De selectiemethode is zo'n acht jaar geleden ontwikkeld in een samenwerkingsverband tussen Philips CFT en High Tech Automation. De methode zelf is in die acht jaar niets verouderd. Wel zouden de keuzes van applicatiegebieden en haar karakteristieken wat verder bijgewerkt kunnen worden. Met name op gebied van streaming media (audio/video) hebben zich de nodige nieuwe ontwikkelingen voorgedaan. Ook op gebied van benchmarking van RTOSen ontstaan nieuwe behoeftes. Een aantal RTOSen zijn inmiddels geen echte speler meer (OS-9, OS/2) of zijn in de loop der jaren behoorlijk verbeterd (VxWorks). Verder zijn er nieuwe spelers in de markt zoals Windows CE en embedded Linux.

*Auteur Ger Schoeber is consultant en eigenaar van Task Switch. Schoeber heeft 10 jaar geleden binnen High Tech Automation als teamleider de eerste aanzet gegeven bij het vergelijken van RTOSen. Deze activiteit heeft geleid tot het initiatief vanuit Philips CFT*

*om samen met High Tech Automation (nu Ordina Technical Automation) de beschreven selectiemethode te ontwikkelen. Ordina TA heeft inmiddels de intentie uitgesproken mee te willen werken aan een het opruimen van de informatie. Mocht u naar aanleiding van dit artikel ook geïnteresseerd zijn om een bijdrage te leveren aan het weer up-to-date brengen van de applicatiegebieden en/of RTOS benchmarks, dan kunt u een e-mail sturen naar ger.schoeber@task-switch.nl.*

### Referenties:

- [1] Cramming more components onto integrated circuits – Gordon E. Moore. Electronics, Volume 38, Nummer 8 – 19 april 1965.
- [2] Real Time Operating Systems, An evaluation method and results – Philips CFT & High Tech Automation (editors: P.J.M. van Bommel, J.H. Poessé). CTR597-95-0093, Release 1.0, 29 February 1996.
- [3] Real Time Operating Systems, Evaluation results – Philips CFT & High Tech Automation (editors: RTOS project team). CTR597-97-0021, Release 1.0, 27 March 1997.
- [4] RTOS evaluations – Dedicated Systems Experts. <http://www.realtime-info.be/Encyc>.
- [5] The new Rational Manager – Charles H. Kepner and Benjamin B. Tregoe. Kepner-Tregoe Inc., Princeton, USA, 1981
- [6] IEEE Standards Project P1003.4. "Draft Standard for Information Technology — Portable Operating System Interface (POSIX)— Part 1: System Application Program Interface (API) — Amendment 1: Realtime Extension [C Language]". Draft 13. The Institute of Electrical and Electronics Engineers, September 1992.
- [7] IEEE Standards Project P1003.4a, "Threads Extension for Portable Operating Systems". Draft 6. The Institute of Electrical and Electronics Engineers, February 1992.
- [8] IEEE Standards Project P1003.4b, "Draft Standard for Information Technology — Portable Operating System Interface (POSIX)— Part 1: Realtime System API Extension". Draft 6. The Institute of Electrical and Electronics Engineers, February 1993.