

Bewegingsinvloed op MR-Beeldvorming bij Projectiereconstructie

Uiteenzetting

ir. Tony Voet

1 Inleiding

In vele ziekenhuizen vindt men scanners die toelaten het inwendige van een patiënt zichtbaar te maken. Voor de radioloog is een scanner vaak een onmisbaar hulpmiddel bij het stellen van een diagnose. Een recent type scanner is de MR-scanner, genoemd naar magnetische resonantie (MR), wat een natuurkundig verschijnsel is. De techniek waarmee men een beeld verkrijgt, noemt men MR-beeldvorming. Deze medische beeldvormingstechniek kende de laatste jaren een sterke expansie. In België alleen al zijn er momenteel een vijftwintigtal MR-centra gevestigd.

De MR-scanners bieden vele voordelen ten opzichte van andere scannertechnieken. Zo is het mogelijk willekeurige doorsneden van de patiënt in beeld te brengen. De doorsneden zijn erg scherp en vertonen een hoog contrast. De patiënt hoeft hierbij geen operaties te ondergaan en er komt ook geen schadelijke straling aan te pas. Het grootste nadeel van MR-beeldvorming is de lange meettijd, soms kan het tien minuten duren om één beeld te bekomen. Tijdens een scan beweegt er heel wat in een patiënt. We denken hierbij aan hartslag, bloedstroming, ademhaling, spiertrillingen en darmbewegingen. Ook slikken en knippen met de ogen komen voor. Als gevolg van deze bewegingen treden fouten op in de beelden, wat beschouwd wordt als één van de meest beperkende factoren bij MR-beeldvorming.

2 MR-beeldvorming

Bij een MR-onderzoek plaatst men de patiënt in het binnenste van een sterke magneet. Om een beeld te verkrijgen stuurt de scanner radiogolven in het lichaam van de patiënt. Radiogolven zijn niet schadelijk voor mensen, enkel bij grote hoeveelheden treedt opwarming op. Door de combinatie van magneetvelden en radiogolven zal het lichaam van de patiënt zelf heel zwakke radiogolven uitzenden. Deze radiogolven

worden het MR-signaal genoemd en dit signaal wordt met een antenne opgevangen. Uitgaande van het MR-signaal berekent een computer het beeld. Deze stap noemt men de reconstructie. Deze reconstructie is te vergelijken met het luisteren naar muziek. Wanneer we het geluidssignaal van een volledig orkest opvangen, kunnen we toch de individuele instrumenten herkennen. Op een analoge manier vangt men het MR-signaal op en herkent men via een berekening de individuele stukjes lichaam.

Er bestaan verschillende manieren om een beeld te reconstrueren. De twee belangrijkste reconstructietechnieken zijn de tweedimensionale Fouriertransformatie (2DFT) en projectiereconstructie (PR). De laatste tien jaar is PR in onbruik geraakt omdat een reconstructie te veel computertijd in beslag nam. Met de huidige generatie computers is het evenwel mogelijk om een beeld snel te berekenen. Het doel van dit afstudeerwerk is enerzijds aan te tonen dat projectiereconstructie minder gevoelig is voor beweging, en anderzijds het analyseren van de Gmitro-reconstructie, een vrij jonge PR-techniek die in staat is bepaalde bewegingsfouten weg te werken.

3 Bewegingsfouten

Het is vrij moeilijk om een gecontroleerde beweging in een MR-scanner uit te voeren. Men kan geen beroep doen op mechanische hulpmiddelen zoals elektromotoren omdat er in de scanner een zeer sterk magneetveld aanwezig is. Bovendien duurt een meting lang zodat het praktisch gezien onmogelijk wordt om duizenden bewegingen uit te voeren. In dit afstudeerwerk werd voor een alternatieve aanpak gekozen.

Theoretische studie Op een wiskundige manier werden de bewegingsfouten in het MR-signaal berekend. De resultaten zijn bruikbare formules die voor alle PR-technieken geldig zijn.

Simulatie van beweging De theoretische studie laat toe beweging te simuleren met behulp van een computer. Een simulatie heeft vele voordelen; zo worden alle storende factoren uitgesloten en kan men de invloed van de scannerinstellingen gemakkelijk bepalen. Bovendien is het mogelijk de tijd sneller te laten gaan, zodat men binnen een beperkte tijd duizenden bewegingen kan simuleren. In het kader van dit werk werd dan ook reconstructie- en simulatiesoftware ontwikkeld. De invloeden van de amplitude, het tijdstip en de frequentie van een beweging werden afzonderlijk onderzocht. Hierbij werd de rol van de scannerinstellingen niet uit het oog verloren. Een gedetailleerde studie

toont wat er bij hoge bewegingsfrequenties gebeurt. Er werden simulaties uitgevoerd met klassieke projectiereconstructie en met Gmitro-reconstructie. Alle resultaten zijn in grafiekvorm voorgesteld.

Experimentele verificatie Met een MR-scanner van het UZ Gent werden verschillende hersenscans gemaakt. Bij de helft van de metingen werd op een gecontroleerde manier heftig met het hoofd geschud. Daarna volgde de reconstructie van de beelden met 2DFT, met klassieke PR en met Gmitro-reconstructie.

Vergelijking Er werd een vergelijking gemaakt tussen 2DFT, klassieke PR en Gmitro-reconstructie. De resultaten van de theoretische studie, de simulaties en de experimentele verificatie lieten een vrij volledige vergelijking toe.

4 Besluiten

De theoretische studie bepaalt de invloed van een willekeurige beweging op MR-beeldvorming. Zo zijn de bewegingsfouten sterk afhankelijk van de trillingsrichting. De Gmitro-reconstructie, een recent voorgestelde reconstructietechniek, werd bestudeerd. Onder bepaalde voorwaarden is deze techniek in staat de invloed van beweging te corrigeren. In tegenstelling tot het basisartikel werd de frequentieband, waarin correctie mogelijk is, berekend.

Op basis van de theoretische studie werd beweging gesimuleerd. De klassieke PR bleek gevoelig voor bewegingen in fase met de meting. In de praktijk zijn dergelijke bewegingen belangrijk. Zo kan de patiënt onbewust in fase met de meeting beginnen ademen. De oorzaak hiervan is het sterke geluid dat met de meting gepaard gaat. De invloed van bewegingen die niet in fase met de meting zijn, is veel kleiner.

De behaalde resultaten tonen aan dat, in vergelijking met 2DFT, de beide PR-technieken veel minder gevoelig zijn voor beweging. Bovendien werd duidelijk aangetoond dat de Gmitro-reconstructie bewegingsfouten kan corrigeren. Zowel de theoretische studie als de simulaties zijn in overeenstemming met de experimentele verificatie.