

SENSAR - Intuïtieve en realistische gaming

Michiels Nick

Masterstudent Universiteit Hasselt
nick.michiels@student.uhasselt.be

ABSTRACT

Het is leuk als gamer om afwisseling te hebben in de manier van interactie met uw spel. De standaard manier van gamen met een toetsenbord, muis, joystick of controller is al deels vervangen door de introductie van de Nintendo Wii. Toch is het niet zo triviaal om een uitgebreide verzameling van acties tegelijk te ondersteunen. Deze paper stelt een low-cost aanpak voor die, gebaseerd op sensoren, de gebruiker toelaat om rond te lopen in een virtuele wereld. Intuïtieve fysieke acties zullen worden gebruikt voor het lopen, naar boven/onder kijken, naar links/rechts kijken, draaien, hurken en schieten in een virtuele wereld. Er wordt besproken welke sensoren hulp bieden voor dit probleem en welke de meest bruikbare fysieke acties zijn. Deze aanpak zal het spelgevoel verbeteren en een stuk realistischer maken.

Author Keywords

MPC, physical gaming, sensor based gaming, mobile, arduino, xbee.

ACM Classification Keywords

H.5.m Information interfaces and presentation (e.g., HCI): Miscellaneous.

General Terms

Physical Gaming, Sensor based computing, Mobile, Experimentation.

INLEIDING

Het gebruik van enkel een toetsenbord en muis voor de bediening van een computer is al lang achterhaald. Heden-daags zijn er allerhande mogelijkheden om op een interactieve wijze met een computer of spelconsole te interageren. Dankzij de revolutionaire ontwikkeling van de Nintendo Wii-mode [4], is de interactiviteit sterk verhoogd. De sterkte van de Wii-mode is de draagbaarheid en de grote fysieke koppeling met de speler om zo op een zéér intuïtieve manier

een spel te kunnen spelen. In deze paper wordt er een alternatief uitgewerkt die ook deze fysieke koppeling van een speler met het spel zo veel mogelijk tracht uit te buiten. Dit gebeurt volledig op basis van sensoren. Hierbij wordt er zich vooral gericht op de primaire acties die nodig zijn om in een virtuele wereld rond te lopen. Voor elke primaire actie wordt er gezocht naar de meest intuïtieve fysieke beweging. Het gebruik van intuïtieve acties zal een grote meerwaarde geven aan het algemene spelgevoel binnen een virtuele wereld.

GERELATEERD WERK

De grootste vraag is hoe deze fysieke acties worden geregistreerd. De Wii-mode gebruikt hiervoor gesture recognition op basis van accelerometers en positiebepaling met behulp van infrarood sensing. De gebaren die worden herkend worden weerspiegeld met een actie in het spel. Ook het nieuwe project Natal [6, 7] maakt gebruik van sensoren om zonder console te kunnen gamen op een Xbox 360. Hun gebruik van infrarood zender en sensoren kunnen volgens het Time-Of-Flight principe de dieptemap bekomen en aan een hoge frame rate bewegingen registreren. Hij kan tot 4 personen herkennen en gebruikt complexe gebaar-, spraak- en gezichtsherkenning algoritmes.

Veel van dit soort technieken gebruiken omgevingssensoren zoals infrarood of ultrasound voor de detectie van fysieke acties. Het nadeel hiervan is dat de zender van het signaal zichtbaar moet zijn voor de sensor [12]. Soms is het meer gewenst om de registratie rechtstreeks op het lichaam uit te voeren. De sensoren worden vastgemaakt aan het lichaam en vervolgens worden geavanceerde gesture herkenning algoritmes toegepast. Laerhoven et al. [12] hebben zo sensoren gemaakt voor de herkenning van de volgende fysieke acties: lopen, zitten, rechtstaan, trap oplopen, enz... De herkenning gebeurt grotendeels door het gebruik van meerdere accelerometers.

Ons idee om aan sensor based gaming te doen is afkomstig van de website *physical computing* [5], waar een aantal studenten op hun beurt geïnspireerd raakten door de projecten van Johnny Lee [13]. Johnny Lee heeft zelf een aantal projecten ontwikkeld die met behulp van off-the-shelf sensoren mooie alternatieven bieden voor dure hardware. Ook deze applicaties werken meestal op een zeer intuïtieve manier. De studenten begonnen zelf te improviseren om met behulp van sensoren physical computing mogelijk te maken. In een eerste project [8] bedienden ze het spel Super Mario Bros. Door het buigen van linker of rechter elleboog konden ze respectievelijk naar links of rechts lopen. De ellebogen werden voorzien van flex-sensoren. Een variatie [3] voor hetzelfde

spel werd gegeven door gebruik te maken van druksensoren. Deze werden aangebracht onder de linker en rechter voet om naar links of rechts te bewegen. Voor het schieten gebruikten ze een flex sensor in de handschoen. Een derde project maakte gebruik van een power sleeve [9] om tetris te bedienen. Hierbij konden blokjes gedraaid worden door de vuist te sluiten, bewegen naar links of rechts bewegen door respectievelijk de vuist naar links of rechts te draaien en laten vallen door de arm open te doen.

Deze drie projecten werkten als inspiratiebron voor een soortgelijke toepassing in een virtuele wereld, waar een groot aantal vrijheidsgraden aanwezig zijn: lopen, draaien, rondkijken, naar boven of onder kijken, hurken, schieten of aanklikken, ... Door een goede keuze van sensoren is er maar een beperkte patroonherkenning nodig. Dit idee is gebundeld in het project SENSAR (Sensible Electronical Networked Suited Awesome Realism). De aanpak en gebruik van sensoren wordt toegelicht in de volgende sectie. Hoe de sensoren gecalibreerd en geïnterpreteerd worden bevindt zich in de daaropvolgende secties. Als laatste wordt een korte evaluatie van de sterktes en zwaktes van SENSAR gedaan.

SENSAR

Zoals aangegeven in voorgaande sectie, is het de bedoeling om basisacties zoals lopen, rondkijken, boven/onder kijken, draaien, hurken, aanklikken te weerspiegelen aan een fysieke beweging. Het SENSAR project reikt een aantal oplossingen aan om deze acties uit te voeren. Het maakt enkel gebruik van sensoren die worden aangebracht op het lichaam. Er zal nu dieper worden ingegaan op de keuze van sensoren voor elke primaire actie.



Figure 1. SENSAR, het rondlopen in een virtuele wereld.

Lopen

Het lopen is geïnspireerd door het tweede Super Mario project [3]. Daarin maakten ze gebruik van druksensoren onder de voeten om naar links of rechts te lopen. In ons project is het de bedoeling dat de avatar naar voor kan lopen. Daarom zijn er pantoffels ontwikkeld die beide voorzien zijn van druksensoren (zie Figuur 2). Als nu op één van de twee pantoffels naar voren wordt geleund, zal de avatar dit interpreteren als een loopactie. Gewicht op één van de twee is voldoende omdat bij een normale loopactie een voet wordt opgetild en op de andere wordt geleund. De snelheid van afwisseling in druk kan gebruikt worden als indicatie voor de snelheid van de avatar. Dit is echter niet verwerkt in het prototype.

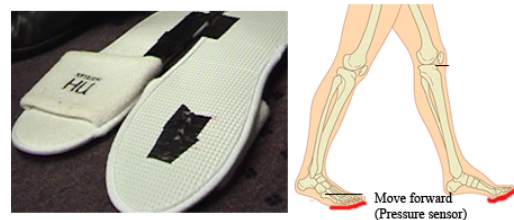


Figure 2. Twee druksensoren worden in de voorkant van pantoffels verwerkt. Deze meten of de persoon aan het lopen is.

Naar boven of onder kijken

Voor het naar boven en onder kijken, waren er twee opties. De eerste aanpak was gebaseerd op de Power Sleeve [9], waar een flex sensor aan de elleboog werd aangebracht. Deze flex sensor kan – mits een correcte calibratie (zie sectie over calibratie) – een waarde geven voor het rechtdoor, naar boven of naar onder kijken. De aanpak wordt geïllustreerd in Figuur 3a. Al snel werd duidelijk dat dit toch niet de meest intuïtieve manier van interageren was. Daarnaast is het erg vermoeiend uw arm gedurende het hele spel omhoog te houden. Daarom maakt SENSAR gebruik van een tweede optie, namelijk het plaatsen van een flex sensor aan de nek (zie Figuur 3b). Dit is uiteindelijk ook de meest logische actie voor het naar boven of onder kijken omdat het een exacte weerspiegeling is van de realiteit. Het nadeel van deze aanpak is dat het aanbrengen van de sensor niet makkelijk is. Er moet een nekband of sjaal gebruikt worden om de sensor op zijn plaats te houden.



Figure 3. Omhoog of omlaag kijken: (a) Een flex sensor aangebracht op de elleboog. (b) Een flex sensor aangebracht op de nek. Deze aanpak wordt gebruikt in SENSAR.

Rondkijken/Draaien

Rondkijken en draaien in de wereld zijn twee subtiele verschillen. Bij het rondkijken gaat de waarde voor de sensor gebruikt worden als exacte oriëntatie van de avatar. Draaien daarentegen gaat de sensor een snelheid geven waarmee de avatar moet ronddraaien. In eerste instantie werd in SENSAR enkel het draaien gebruikt. Een flex sensor werd aangebracht op een handschoen om zo polsbewegingen te registreren (geïllustreerd in Figuur 4). Deze polsbeweging gaf aan in welke richting de avatar moest draaien. Als snel viel op dat hierdoor er veel nauwkeurigheid in het richten van de avatar verloren ging. Het was namelijk niet makkelijk om een exacte oriëntatie aan te nemen. Daarentegen, enkel de absolute oriëntatie gebruiken, zou het probleem geven dat er niet meer in de wereld rondgedraaid kon worden. Ook dit is uiteraard een vereiste binnen de virtuele wereld.

In de uiteindelijke oplossing werd er gekozen voor een kompas om rond te kijken in de wereld. Het kompas wordt

gemonteerd op een bril die de speler draagt. Hierdoor wordt de exacte kijkrichting bepaald. Het gebruik van een bril heeft als bijkomend voordeel dat ook het rondkijken op een intuïtieve manier gebeurt. Het kompas is door middel van een klem makkelijk monteerbaar op eender welke bril (zie Figuur 5). Het gebruik van een kompas zorgt ervoor dat in elke richting kan worden gekeken, maar doordat het scherm niet meebeweegt met de gebruiker, moet er een bijkomende sensor worden gebruikt om rond te draaien. Hiervoor kan nog altijd de handschoen, zoals in Figuur 4, worden gebruikt. De pols geeft aan in welke richting de avatar moet ronddraaien. Er wordt nu een threshold ingesteld zodat de handschoen niet te gevoelig is en enkel reageert als de pols duidelijk in een richting draait.



Figure 4. Flex sensor aangebracht op een handschoen om te kunnen draaien/kijken naar links of rechts.



Figure 5. Een kompas wordt gemonteerd op een bril om de absolute kijkrichting te bekomen. De klemmen zorgen ervoor dat hij makkelijk aansluitbaar is op eender welke bril.

Hurken

Ook het hurken maakt gebruik van een flex sensor. Nu is de flex sensor aangebracht aan de knieholte (Figuur 6). Er wordt bij de calibratie een threshold ingesteld die aangeeft vanaf wanneer de avatar moet bukken. De mate waarin de avatar hurkt, hangt ook af van de mate waarin de speler zich hurkt. Eventueel kan er ook gebruik worden gemaakt van een nabijheidssensor die waarneemt hoe dicht het bovenbeen bij de grond komt.

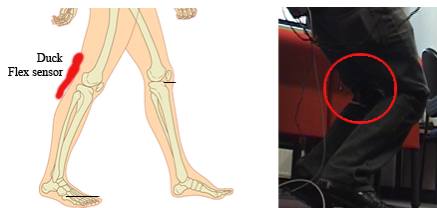


Figure 6. Hurken wordt geregistreerd met een flex sensor aan de knieholte.

Aanklikken/Schieten

Voor het aanklikken worden er voorlopig drukknoppen gebruikt die aan de binnenkant van de handschoen zijn bevestigd. Als de speler één van de drukknoppen ingedrukt, gaat er in de huidige oriëntatie van de avatar gevuurd worden. Deze functionaliteit kan ook gebruikt worden voor het aanklikken van objecten of menu's. Een alternatief is ook hier het gebruik maken van flex sensoren. De avatar zou bijvoorbeeld kunnen vuren zolang de hand dicht is. Er is bij SENSAR bewust gekozen voor de drukknoppen omdat de flex sensor geen meerwaarde geeft en enkel meer ruis toevoegt aan de applicatie. De drukknoppen kunt u zien in Figuur 7.



Figure 7. Aan de binnenkant van de handschoen worden drukknoppen aangebracht die kunnen dienen als schieten of aanklikken van objecten.

HET CIRCUIT

Al de gebruikte sensoren in SENSAR worden gekoppeld aan een Arduino. Deze Arduino stuurt met XBee de sensor data in een packet door naar een andere Arduino die gekoppeld is aan de computer waar de virtuele wereld op draait. Een packet is opgebouwd uit alle analoge en digitale inputs die de arduino kan verwerken, gescheiden door een komma. De packets zelf worden onderscheiden door de toevoeging van een punt en uitgezonden om de 40ms. Er worden binnen SENSAR een aantal inputs niet gebruikt, waardoor sommige waardes in het packet 0 kunnen zijn. Dit maakt SENSAR uitbreidbaar met bijkomende fysieke acties. Het circuit van SENSAR is uitgetekend in Figuur 8.

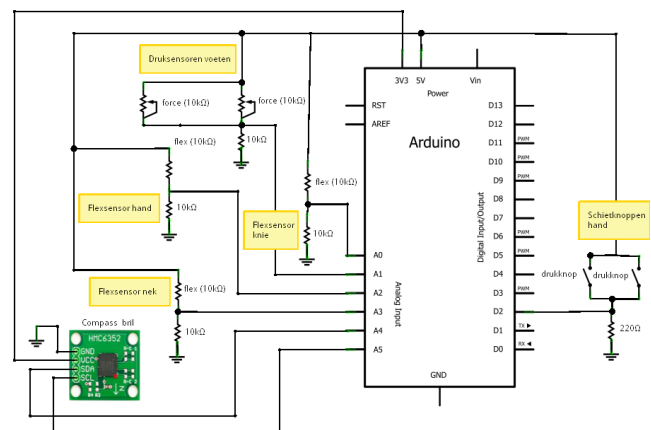


Figure 8. Het circuit van SENSAR.

CALIBRATIE

De gebruikte sensoren hebben niet hetzelfde bereik dan de applicatie [1]. Zo gaat bijvoorbeeld het naar boven en onder kijken in de virtuele wereld een bereik hebben van 0 tot 100 (waar 0 naar onder, 50 in het midden en 100 naar boven kijken is). De flex sensor in de nek heeft daarentegen een bereik van 230 tot 339 (waar 230 naar boven kijken is en 339 naar onder). Bij de calibratie moeten de waardes van 230 tot 339 worden gemapped op 0 tot 100 om de acties te kunnen waarnemen. Het midden moet ook worden gecalibreerd omdat een sensor niet altijd lineaire waardes teruggeeft. In totaal heeft elke sensor twee tot drie calibratiewaardes nodig: De maximale waarde, de minimale waarde en eventueel de middenste waarde. De middenste waarde is belangrijk voor het kompas en de flex sensor die wordt gebruikt om naar boven of onder kijken. De flex sensor voor te hurken heeft enkel een threshold nodig vanaf wanneer de speler begint te hurken en de waarde voor het maximale hurken.

Het gebruik van sensoren in SENSAR is zeer algemeen. De sensoren worden in lua gedefinieerd en gekoppeld aan een analoge en digitale input pin van de Arduino. Zo is het makkelijk nieuwe sensoren toe te voegen en te calibreren voor een bepaalde actie. Doordat intern alle sensor waardes worden gemapped van 0 tot 100, hoeft de applicatie ook enkel maar de algemene acties te ondersteunen voor dit bereik. Zo kunnen er gemakkelijk nieuwe applicaties worden opgebouwd die gebruik maken van de SENSAR controller library.

INTERPRETATIE SENSORDATA

Nu de calibratie is toegepast en de sensordata werd omgezet naar het juiste applicatiebereik, zijn de waardes in feite direct toepasbaar in eender welk spel. Eens de applicatie kan gebruik maken van de gescaalde input data kan er direct gespeeld worden. Toch bevat de sensordata nog veel ruis (zeker de flex sensoren) en zal dit een flikkerend effect geven in het resultaat, wat zeer onaangenaam is om te spelen. Daarom zal SENSAR in de manager de ruis zo goed mogelijk proberen weg te filteren. Een voorbeeld wordt geïllustreerd in Figuur 9. De onderste (rode) grafiek is de data afkomstig van het kompas, gescalaerd van 0 tot 100. Op 50 bevindt zich in de Figuur een (oranje) lijn. De waardes boven en onder de lijn komen respectievelijk overeen met naar links en rechts kijken. Merk op dat in de rode grafiek er best veel ruis aanwezig is. De eerste triviale oplossing was het toekennen van een threshold. De sensor data moest minstens met deze threshold variëren van de vorige waarde, alvorens het als verandering werd waargenomen (bijvoorbeeld een threshold van 4). Dit is weergegeven in de bovenste grafiek (blauwe) van de Figuur. Merk op dat de ruist nu sterk verminderd is, maar de grafiek gaat nu een blokkerige vorm aanneemt. Ook deze discrete stappen zijn visueel zichtbaar in het spel. In de uiteindelijke oplossing is er voor gekozen om de nieuwe sensorwaardes uit te middelen met een aantal voorgaande waardes. Daarbij blijft ook nog een threshold behouden waarmee de data moet veranderen, zij het, nu een beetje kleiner. Dit geeft de middenste grafiek (groene). U kunt zien dat de ruis nu zo goed als verdwenen is en dat de grafiek veel gladder verloopt. Ook voor de flex sensoren wordt dezelfde techniek toegepast. Op deze sensoren zit veel meer ruis en

zal dus ook veel meer invloed hebben op het visuele resultaat. Toch is het mogelijk de ruis zo goed als mogelijk te dempen door het gemiddelde van de huidige en meer voorgaande waardes te beschouwen. Zie hiervoor naar Figuur 10.

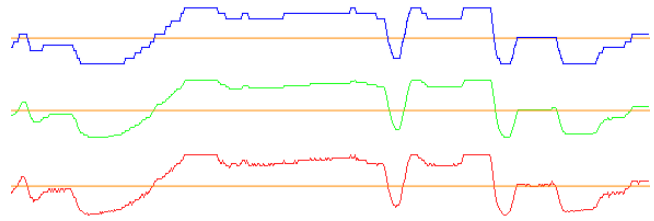


Figure 9. Sensordata van het kompas.

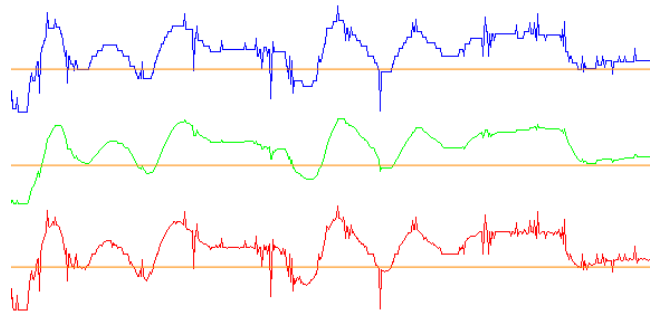


Figure 10. Sensordata van de flex sensor.

CONCLUSIE

Een sensor geeft nooit een exacte waarde, maar bevat altijd ruis. Door de uitmiddeling is de meeste ruis verwijderd, maar het is moeilijk alle pieken er uit te halen. Dit zorgt soms voor visuele artefacten. Daarnaast kan bij een slechte calibratie de kwaliteit van het resultaat sterk verslechteren. Een kleine fout in de calibratie kan drastische gevolgen hebben voor het spelgevoel. Toch zijn het over het algemeen bevredigende resultaten. In de toekomst kunnen meer geavanceerdere oplossingen worden gebruikt om aan dit nadeel tegemoed te komen.

Ten tweede is SENSAR nog niet echt gebruiksvriendelijk. Het is zeer log om te dragen en er wordt nog veel draad gebruikt om de sensoren te verbinden. In de toekomst kan dit opgelost worden door alles op een kleiner oppervlak vast te solderen en zo volledig in een heuptas te verbergen. De kabels kunnen worden verwijderd door draadloze sensoren te gebruiken die ad hoc met elkaar communiceren [10]. Eén centrale node zal dan alle sensordata opvangen en doorsturen naar de virtuele wereld. Voor de onderlinge ad hoc communicatie moet nog een alternatief protocol gebruikt worden dan optische sensoren omdat in het geval van SENSAR de sensoren elkaar niet rechtstreeks zien. Doordat de sensoren dan volledig draadloos werken en verwerkt worden in kleding of gadgets, zal de gebruiksvriendelijkheid sterk verhogen.

Om het aantal sensoren te verminderen is het mogelijk een gesture herkenning uit te voeren op een enkele module, opgebouwd uit accelerometers en andere hulpsensoren [11], zoals Van Laerhoven [12] gebruikt. Hierdoor is het eventueel mogelijk alle acties te herkennen met maar één hardware onderdeel.

Een laatste nadeel is de samenwerking van het omhoog en omlaag kijken en het kompas. Het probleem is dat het kompas best horizontaal wordt gehouden. Als de gebruiker naar boven kijkt, zal de waarde van het kompas ook zachtjes veranderen waardoor de avatar een beetje opzij gaat kijken. Dit kan in de toekomst verbeterd worden door er een accelerometer aan toe te voegen die dit compenseert. Het kompas zou ook bevestigd kunnen worden aan het achterlichaam en niet meer aan het hoofd, waardoor het niet meer kantelt. Tijdens de testen bleek dit minder intuïtief te zijn dan de huidige opstelling. Een andere mogelijkheid is gebruik maken van een 3D kompas.

Ondanks de verschillende nadelen heeft SENSAR het mogelijk gemaakt om op een plezierige, intuïtieve en realistische manier doorheen een virtuele wereld te lopen, gebruik makend van low-cost hardware en sensoren. U kunt SENSAR aan het werk zien in een ludiek reclamefilmpje [2].

REFERENCES

1. Calibration: Sensor limits within process limits.
http://findarticles.com/p/articles/mi_qa3739/is_200411/ai_n9462658/.
2. Ludieke Youtube reclamespot voor de SENSAR.
<http://www.youtube.com/watch?v=fIZCR8rGHFs>.
3. Mario with buttons and a circuit.
<http://chalmersphyscomp09.wordpress.com/2009/10/07/mario-with-buttons-and-a-circuit/>.
4. Nintendo Wii.
http://www.nintendo.be/NOE/nl_BE/wii_54.html.
5. Physical Computing.
<http://chalmersphyscomp09.wordpress.com/>.
6. Project Natal.
<http://www.xbox.com/en-us/live/projectnatal/>.
7. Project Natal. <http://www.telegraph.co.uk/technology/e3-2009/5429957/E3-2009-Is-Microsofts-Natal-system-the-future-of-gaming.html>.
8. Super Mario Game-Hack-ed. <http://chalmersphyscomp09.wordpress.com/category/game-hacks/>.
9. The Power Sleeve for Tetris.
<http://chalmersphyscomp09.wordpress.com/2009/10/13/the-power-sleeve-for-tetris/>.
10. D. Culler, D. Estrin, and M. Srivastava. Guest editors' introduction: Overview of sensor networks. *IEEE Computer*, 37(8), August 2004.
11. T. Huynh, U. Blanke, and B. Schiele. Scalable recognition of daily activities with wearable sensors. In *LoCA'07: Proceedings of the 3rd international conference on Location and context-awareness*, pages 50–67, Berlin, Heidelberg, 2007. Springer-Verlag.
12. K. V. Laerhoven, N. Kern, H. werner Gellersen, and B. Schiele. Towards a wearable inertial sensor network. In *In Proceedings of IEE Eurowearable*, pages 125–130, 2003.
13. J. C. Lee. Johnny Chung Lee – Human Computer Interaction Research. <http://johnnylee.net/>.