

Space Invaders met Arduino

Colin Dooley (Spanje)

Wilt je je liefde voor gaming combineren met je passie voor Arduino? Hier is een innovatief voorbeeld van hoe je een Arduino kunt gebruiken om een compacte Space Invaders-machine te bouwen.



Figuur 1. Het Space Invaders-project.

Toen ik opgroeide, in de jaren tachtig, programmeerde ik graag videospelletjes, dus toen ik mijn eerste Arduino kreeg, wilde ik daar natuurlijk ook videospelletjes op maken. Arduino's hadden dezelfde beperkingen in geheugen- en CPU-capaciteit als de eerste thuiscomputers, dus ik voelde me meteen thuis. Maar er is intussen wel vooruitgang geboekt. Ik heb nu een IDE en een hogere programmeertaal, maar de basisstappen en optimalisatietechnieken voor het programmeren van spelletjes op een Arduino zijn nog steeds dezelfde. Er zijn hexadecimale getallen, veel bitbewerkingen, het kost veel tijd om alles in het kleine RAM-geheugen te proppen enzovoort. Mijn oude ervaring met assembler komt nog steeds goed van pas. Ik heb een heleboel code gedissassembled om te zien wat de compiler fout deed (een heleboel!) en ik moest mijn code aanpassen voor het beste resultaat.

Ik heb gekozen voor Space Invaders (figuur 1). Dat is een klassiek spel, en niet zo heel ingewikkeld te programmeren. Ik wilde met een Arduino een heel kleine Space Invaders-machine maken die zoveel mogelijk leek op het origineel ('pixel perfect').

Ik vond een website met een complete disassembly van de Space Invaders-ROM en gebruikte die als referentie voor de logica van het spel. Het was een hele klus om alle details

goed te krijgen, en daarbij heb ik veel over het spel geleerd. (Er bleek ook oude, ongebruikte code in de ROM's te zitten die aanwijzingen bevatte over de ontwikkeling van het spel.) De website is www.computerarcheology.com/Arcade/SpaceInvaders/.

Ik kan gerust zeggen dat het resultaat zo dicht mogelijk bij het originele spel zit als maar kan, zonder de originele ROM's te draaien op een emulator, wat een 8-bit Arduino niet kan! Alle logica is aanwezig. Een ervaren speler kan zijn schoten tellen om het maximale aantal punten te scoren met de vliegende schotels enzovoort. De enige echte verandering is, dat ik de bommen van de invaders wat langzamer laat vallen, omdat het anders moeilijk was om het spel op zo'n klein scherm te spelen.

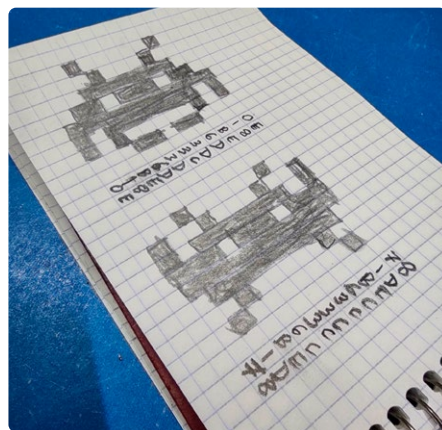
Beeld...

Het originele Space Invaders werkt op een display met 224 x 256 pixels. Dus om te beginnen moest ik het kleinste scherm vinden met dat aantal pixels. (Ik ging immers voor 'pixel perfect'!) Ik vond wat ik zocht op AliExpress, en ik ging aan de slag.

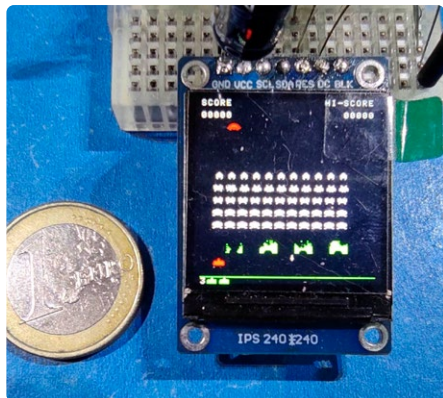
Alle graphics voor het spel zijn 'ouderwets' met potlood en ruitjespapier ontworpen (figuur 2). Ik heb de grafische elementen als pixels uitgetekend, omgezet in hexadecimale waarden (dat kan ik nog steeds zonder

potlood en papier) en dan in het programma ingetikt. Ze zijn te vinden in het bestand `graphics.h` in de broncode (www.thehighprotondiet.com).

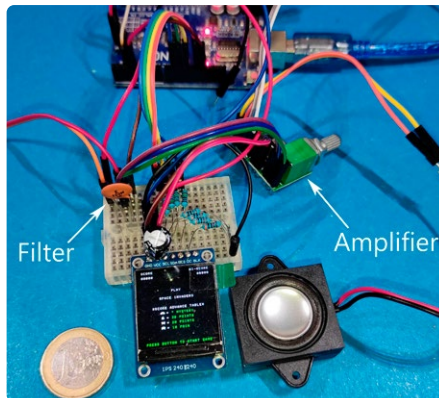
Het scherm heeft een SPI-interface en ik was bang dat dat een bottleneck zou zijn voor een videospel bij 60 fps (figuur 3). Gelukkig verandert Space Invaders nooit heel veel pixels per frame, dus het bleek geen probleem te zijn. Na een paar weekends had ik de graphics draaien. Daarbij werd maar 10% van de rekenkracht van de Arduino gebruikt. De CPU van de Arduino is veel krachtiger dan de CPU



Figuur 2. De grafische elementen zijn met pen en papier ontworpen.



Figuur 3. Het scherm is compact.



Figuur 4. Het ontwerp bevat een eenvoudig laagdoorlaatfilter, een kleine audioversterker en een speaker.

van een thuiscomputer uit de jaren tachtig. Het bleek dat voor het geluid veel meer CPU-kracht nodig was dan voor het beeld.

...en geluid

De geluidssamples voor Space Invaders vond ik in de MAME-emulator. Alleen waren ze wel 49 kB groot, terwijl er in de Arduino nog maar 20 kB geheugen overbleef naast het programma en de graphics; het paste gewoon niet! Uiteindelijk heb ik het geluid geconverteerd van 8 bit naar 6 bit per sample om het in het geheugen te proppen. Eén geluid paste echt niet meer (de 'doodskreet' van de vliegende schotel), dus daarvoor gebruik ik hetzelfde geluid als voor het overlijden van de speler. Ik hoop dat niemand dat merkt. Het gebruik van 6bit-geluid bleek nog een onverwacht voordeel te hebben: Space Invaders heeft vier geluidskanalen, en als je vier 6bit-getallen optelt krijg je precies één 8bit-(geluids)getal. Zo past het mixen van het geluid optimaal op een 8bit-CPU, zoals de ATmega328 van de Arduino.

Het uiteindelijke 8bit-geluid wordt weergegeven met een PWM-sigitaal, gegenereerd door hardware-timer 2 van de ATmega328. Het signaal gaat door een simpel laagdoorlaatfilter, dat bestaat uit een weerstand en een condensator, en dan naar een kleine audioversterker en een speaker die ik heb gevonden op AliExpress (figuur 4). Het klinkt prima! Het geluid van deze machine zal vast en zeker herinneringen naar boven brengen bij mensen die het origineel nog kennen.

Bedieningselementen

Voor de besturing gebruik ik een heel kleine joystick van AliExpress (figuur 5). Hij was te klein en te zwaar om te kunnen bedienen, dus heb ik een verlengstukje gemaakt op de 3D-printer. Het eindresultaat ziet er goed uit en is veel gemakkelijker in het gebruik.

De behuizing

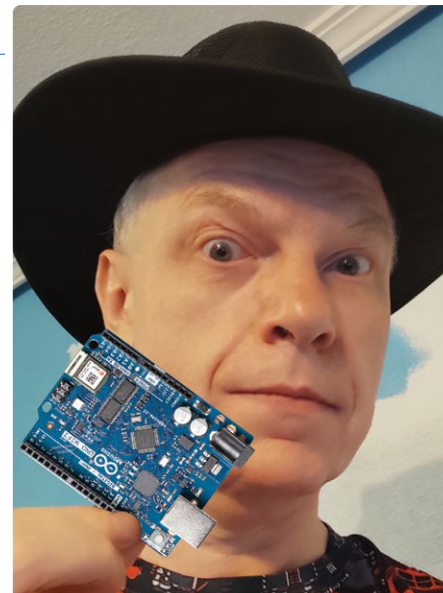
Ik heb onlangs ook een lasersnijder gekocht voor mijn thuiswerkplaats, dus de kast is daarmee gemaakt uit MDF met een ontwerp dat ik op Internet heb gevonden (figuur 1). Ik heb het een beetje aangepast om het te verfraaien en om gaten te maken voor het scherm en de joystick. Dit was een goede basis voor de joystick en de interne elektronica.

Toekomstplannen

Ik ben nog niet klaar met dit project. Deze behuizing is heel generiek, het is geen echte Space Invaders-machine. De originele machine werkte met interne spiegels om het beeld te projecteren op een gekleurde achtergrond. Door dat slim te gebruiken ontstaat een meerlaags 3D-effect.

Dat hoop ik binnenkort na te bouwen! Meer informatie en de broncode voor dit project zijn te vinden op mijn website: www.thehighprotondiet.com. ◀

220557-03 (vertaling: Evelien Snel)



Over de auteur

Colin Dooley is opgegroeid met het programmeren van 8bit-thuiscomputers in de jaren tachtig. Zijn eerste echte baan was bij een computerspelletjesbedrijf in Sheffield, in de tijd van de Sinclair Spectrums, Amstrads, en Commodore 64's die we nu 'retro' noemen. Colin zegt: "Het is een grote eer voor me om in deze speciale editie van Elektor magazine te staan. Bladen als Elektor waren één van de weinige mogelijkheden die wij hadden voor het leren over computers en programmeren toen er nog geen Internet was."

Vragen of opmerkingen?

Hebt u technische vragen of opmerkingen naar aanleiding van dit artikel? Stuur een e-mail naar de redactie van Elektor via redactie@elektor.com.



Figuur 5. Het joystickje.