

Verlichtingstechniek

In de mix

Het is een hele kunst om de lichtopbrengst van RGB LED's goed te mengen, maar een demonstratiekaart en een PIC12 processor kunnen daarbij helpen

Small Form Factor with 16-bit PWMs and Communications



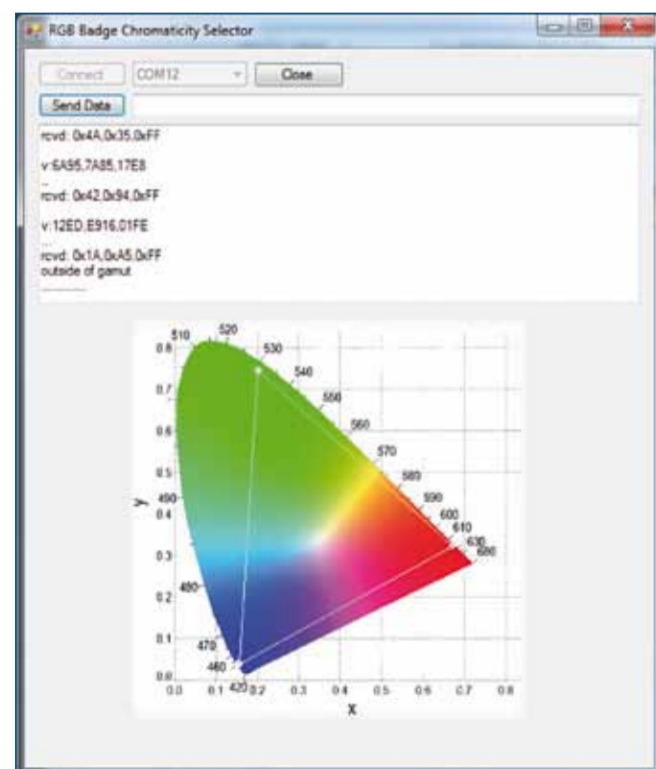
Grafische ontwerpers willen hun artistieke werk vastleggen in goed bij elkaar passende kleuren om daarmee de samenhang van bijvoorbeeld logo/beeldmerk, merk- of bedrijfsnaam te versterken. Maar een nauwkeurige presentatie van kleur op verschillende apparaten en media blijft nog steeds een hele uitdaging.

Er zijn diverse manieren om de verschillende kleurwaarden uit te drukken, zoals CMYK, RGB, CIE en HunterLab. Elke willekeurige kleur kan worden beschreven met drie verschillende variabelen, dankzij de drie verschillende soorten kegeltes in het menselijk oog die gevoelig zijn voor rood, groen en blauw. Verder bevat het oog ook nog staafjes om de helderheidsverschillen waar te nemen. De kleur is gestandaardiseerd door de CIE (Commission Internationale l'Eclairage) die voor het additief mengen van kleuren, ofwel het optellen van de kleurcomponenten, een chromatische kleurenruimte heeft vastgelegd als referentiemodel.

Een populaire manier voor het representeren van kleur geeft dus de CIE 1931 XYZ kleurenruimte, waarbij Y staat voor de luminantie of helderheid en de waarden van X en Z de kleursoort of chrominantie vormen. Grijs en wit hebben dezelfde chrominantie maar verschillen qua luminantie. Het resultaat is een driedimensionale kleurenruimte die alle kleuren omvat die het menselijk oog kan waarnemen.

Rode, groene en blauwe LED's zijn in staat om een brede reeks kleuren te produceren, maar het vinden van individuele kleuren kan moeilijk zijn, net als het vloeiend overgaan van de ene kleur in de andere. Echter, een microcontroller kan worden geprogrammeerd voor het gebruik van een schuifregelaar waarmee de meeste beschikbare kleuren kunnen worden samengesteld, of er kan gebruik worden gemaakt van de chromatische afbeelding volgens de CIE 1931 kleurenruimte (zie figuur 1).

Als er in de kleurenruimte twee kleuren door een rechte lijn worden verbonden en deze kleuren in verschillende hoeveelheden worden gemengd, dan kan elke kleur langs die lijn worden samengesteld. Dat is de reden dat bij blauwe LED's meestal een gele fosfor wordt gebruikt voor het creëren van wit licht.



Figuur 1. Spectrumkromme met chromatische kleurenruimte volgens CIE 1931 en daarin de kleurendriehoek.

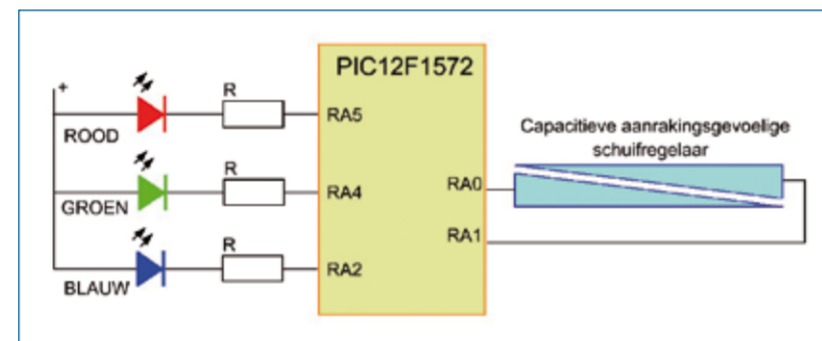
Bij het toepassen van RGB verlichtingscomponenten voor het opwekken van kleuren die voorkomen in de chromatische kleurenruimte, blijkt dat de uitvoerbare kleuren worden ingesloten door een driehoek die ook wel wordt aangeduid met de kleurendriehoek van James Clerk Maxwell, een Schotse natuurkundige en wiskundige (zie nogmaals figuur 1). De kleurenreeks die kan worden geproduceerd, wordt ook wel kleurengamma of kleurenpalet

genoemd. Als dit wordt bekeken op een computerscherm kunnen er nauwkeurighedsafwijkingen ontstaan omdat het bereik van het kleurenpalet van de monitor beperkt is. De witte stip in het midden is klein en de mogelijkheid om zuiver wit licht te produceren is een goede indicatie dat het mengen van kleuren op de juiste manier plaatsvindt.

Mengen van kleuren

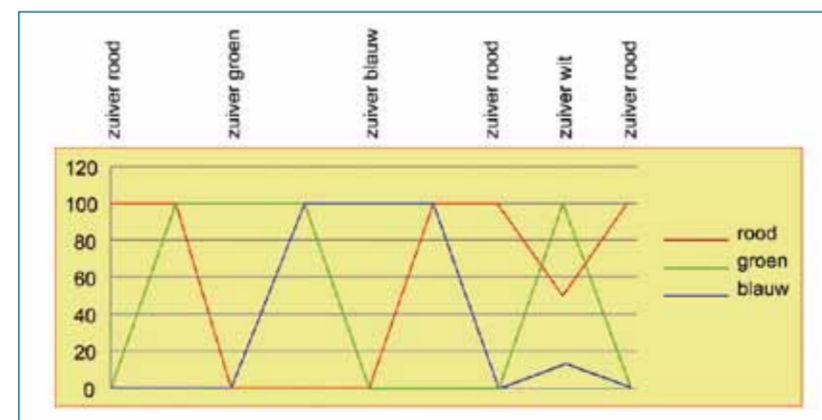
Het mengen van kleuren kan worden gedaan met behulp van een PIC12F1572 processor van Microchip. Deze heeft drie 16-bit impulsbreedte modulatoren (PWM's) waarmee elke RGB LED nauwkeurig kan worden geregeld voor het realiseren van een vloeiende overgang tussen de kleuren, zelfs bij lage helderheid. Met de software voor het mengen van kleuren kan de ontwerper de gewenste kleuren specificeren waarbij de processor de noodzakelijke berekeningen uitvoert. Een demonstratiekaart is beschikbaar om ontwerpers te helpen bij het realiseren van deze gebruiksmodus waarbij een zogenaamde HSVW schuifregelaar wordt bediend. HSV staat hierbij voor hue (tint of kleurschakering), saturation (kleurverzadiging) en value (waarde) en de W geeft aan dat het geheel is aangepast om ook wit te kunnen opwekken. De kaart kan ook opnieuw worden geconfigureerd voor een tweede gebruiksmodus, waarbij de chromatische kleurenruimte als selectiemedium wordt gebruikt.

De kaart kan worden gevoed via een USB interface, een lithium knoopcel van 3 V of een AAA batterij. Een dergelijke kaart die is geconfigureerd als een HSVW schuifregelaar is weergegeven in figuur 2.



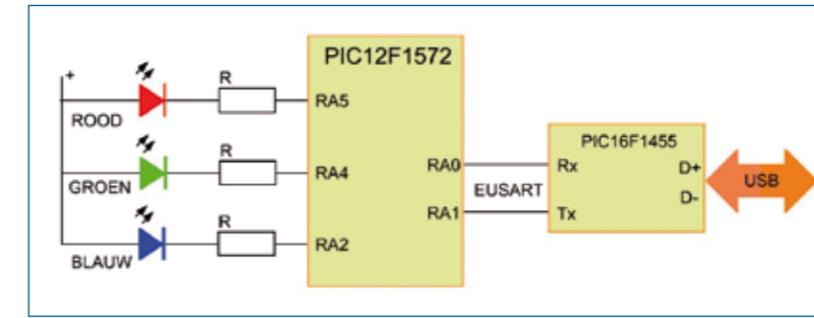
Figuur 2. Demonstratiekaart voor het mengen van kleuren, geconfigureerd als een HSVW schuifregelaar.

Als de kaart voor het eerst opstart in de schuifregelaarmodus, doorloopt deze het HSVW kleurenwiel. Na een bepaalde tijd beginnen de LED's te knipperen om de batterij te sparen. De schuifregelaar aan de rand van de kaart kan worden gebruikt voor het selecteren van een weer te geven kleur. Het kleurenwiel dat is aangepast om ook wit weer te kunnen geven, is afgebeeld in figuur 3.



Figuur 3. HSVW schuifregelaar.

In deze modus zijn de pennen RA0 en RA1 van figuur 2 zodanig geconfigureerd dat ze werken met een capacatieve aanrakingsgevoelige schuifregelaar. Hierdoor kunnen met een lichte druk- en schuifbeweging van een vinger verschillende kleurwaarden worden geselecteerd, alhoewel dit is beperkt tot één-dimensionale kleurselectie. In de tweede gebruiksmodus wordt de gewenste kleur van het scherm geplukt uit een chromatische afbeelding, net zoals die van figuur 1. In dat geval zijn de pennen RA0 en RA1 geconfigureerd als seriële EUSART interfaces, waarbij de waarden aan de kaart worden toegevoerd via een seriële USB verbinding. Een PIC16F1455 zet de USB-berichten om in een 9600 baud-formaat voor de EUSART. De opstelling voor deze modus is weergegeven in figuur 4.



Figuur 4. Demonstratiekaart voor het mengen van kleuren, geconfigureerd als selectiemedium vanuit een chromatische afbeelding.

Als er een kleur wordt gespecificeerd die niet binnen het kleurenpalet van de LED's valt, dan geeft de functie een foutmelding en zullen de kleurenuitgangen niet worden ververst. Valt de kleur wel binnen het kleurenpalet, dan zal de nieuwe kleur worden weergegeven.

Fijnafregeling

De weerstandswaarden dienen zodanig te worden gekozen dat elke kleur wordt weergegeven met dezelfde hoeveelheid lumen. Voor deze demonstratie zijn ze berekend als 202 Ω voor rood, 325 Ω voor groen en 61 Ω voor blauw. Elke LED werd gemeten met behulp van een colorimeter voor het vaststellen van de kleurwaarde.

De lichtintensiteit kan eveneens variëren ten gevolge van de temperatuur en deze schommelingen kunnen vrij groot zijn, afhankelijk van het soort LED. Bij de uiteindelijke toepassing dient hier rekening mee te worden gehouden, met name als deze zich buitenshuis bevindt. Het menselijk oog kan flitserlicht detecteren van ongeveer 200 Hz. Intermodulatie kan ook plaatsvinden met 50 en 60 Hz verlichting. Daarom wordt aanbevolen dat LED-verlichting schakelt boven de 200 Hz. Voor de PWM periferiebouwen van de PIC12F1572 geldt dat de periode zich ruim boven de waarde bevindt waarop flitserlicht kan worden gedetecteerd. Een PWM periferiebouwen varieert de tijdsduur waarin een bepaalde belasting wordt ingeschakeld. De verhouding van de aan-tijd ten opzichte van de PWM periode wordt de duty cycle, ofwel de impuls/pauzeverhouding genoemd en komt overeen met het percentage van het vermogen dat aan de belasting wordt geleverd. Het regelen van het vermogen met behulp van een PWM wordt over het algemeen erkend als een nauwkeurige en efficiënte methode om het uitgangsvermogen te regelen.

Chromatische kleureselectie

De kaart is ontwikkeld voor het demonstreren van een reeks kleuren die voorkomt op de chromatische kleurenafbeelding. Ze worden omgezet naar RGB waarden, die qua kleur zijn

gemengd voor het verkrijgen van de gewenste kleur. Van de individuele LED's van de rode, groene en blauwe kleuren wordt de duty cycle of helderheid geregeld door de PWM periferiebouwen. Elke individuele PWM heeft een resolutie van 16 bits, hetgeen vloeiende kleurovergangen oplevert, zelfs bij zeer lage impuls/pauzeverhoudingen.

De software is zodanig opgezet dat er seriële berichten worden ontvangen, waarvan de data worden gebruikt voor het aanroepen van de ColorMix routine. Dit is vrij rekenintensief en het kost circa 7,7 ms (bij een oscillator kloksignaal van 16 MHz) om de PWM waarden te berekenen. Zou deze routine worden gebruikt voor het continu berekenen van de wisselende kleuren, dan zou de verversingssnelheid afnemen tot 130 Hz en het vloeiende verloop van de kleurovergangen afnemen.

De ColorMix routine werd geschreven in de programmeertaal C. De PIC component verzorgt de matrixomzetting, vermenigvuldiging en het op schaal brengen voor het produceren van de gewenste kleur. Alle berekeningen worden uitgevoerd met hele getallen (integers). Het op schaal brengen vindt voortdurend plaats zodat waarden geen overflow opleveren voor het lange 32-bit variabelentype.

Hardware configuratie

De demonstratiekaart is geconfigureerd en geprogrammeerd vanaf de fabriek voor gebruik in de schuifregelaarmodus. Om met de kaart in deze modus te kunnen werken, moet de PIC12F1572 worden geprogrammeerd met de RGBSlider software en de PIC16F1455 moet worden geprogrammeerd met de RGBChroma software en de PIC12F1572 moet worden geprogrammeerd met de RGBChroma USB software.

Conclusie

Met het wijdverspreide gebruik van LED's in openbare informatiepanelen (digital signage) en andere advertentie-uitingen en/of media, wordt het handhaven van exact de juiste kleuren steeds belangrijker omdat ze vaak een onderdeel vormen van de logo's of merknamen van bedrijven. In dit artikel wordt uitgelegd hoe kleuren kunnen worden gemengd en hoe de juiste mengverhouding kan worden berekend met gebruikmaking van een demonstratiekaart, voorzien van de PIC12F1572 en PIC16F1455 processoren.

Voor meer informatie zie www.etotaal.nl/achtergrond. Artikel "Verlichtingstechniek".

www.microchip.com

Auteurs: Brian Tompson, Stephen Allen.
Vertaling/bewerking: Johan Smilde