

# Replicatiestudie op het inspecteren van pizza beleg percentage en distributie door middel van computer vision

*Door Tim Stalker studentnummer: 1761781*

## Introductie

In dit onderzoek heb ik een replicatiestudie gedaan van het paper [Inspecting pizza topping percentage and distribution by a computer vision](#). Deze studie is gedaan met betrekking op kwaliteit inspectie van pizza's. Met de gebruikte computer vision methodes kan worden gekeken of het pizza beleg wel verspreid is. Dit voorkomt dat er pizza's worden verkocht waarbij al het beleg aan één kant ligt.

## Materialen en methodes

Bij deze replicatiestudie zijn de plaatjes uit het originele paper gebruikt, dit zijn plaatjes waar de pizza in het midden van de foto ligt met een witte achtergrond. Hierdoor kan het algoritme makkelijk bepalen welk deel van de foto pizza is en welk deel niet. De foto's zijn origineel gemaakt met een Sony XC-003P. Dit kan ervoor zorgen dat zelf gemaakte plaatjes niet overeenkomen met de resultaten van de gebruikte plaatjes. Dit komt omdat niet elke camera hetzelfde is.

Uit het plaatje moet worden bepaald hoeveel pixels deel uitmaken van de pizza en welke niet. Hiervoor is een functie gemaakt die door elke pixel heen gaat en kijkt of elke waarde van de pixel (0-255, 0-255, 0-255) groter zijn dan 250. Bij het testen bleek dat niet alle pixels volledig wit (255,255,255) waren. Door te weten hoeveel pixels de pizza bevat kan er een berekening worden gemaakt met het percentage per ingrediënt op de pizza.

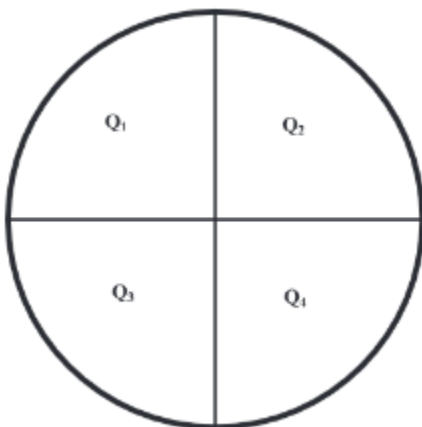
Om te kunnen weten hoeveel pixels van de pizza een bepaald ingrediënt is, is er gebruik gemaakt van meerdere functies die het plaatje omzetten in een HSV (Hue Saturation Value). Door over elke pixel te gaan en te kijken of de Hue waarde in een bepaalde range zit kan er bepaald worden welk ingrediënt de pixel is. Elk ingrediënt heeft een aparte Hue range, deze is met de hand bepaald om het zo accuraat mogelijk te maken. Hierbij is ervoor gekozen om de geraspte kaas en de tomaten niet te identificeren. De geraspte kaas lijkt te erg op de ananas, hierdoor zouden er inaccurate resultaten gemeten worden. Hetzelfde geldt voor de tomaat, de tomaten hebben bijna dezelfde kleur als de tomatensaus. Hierdoor kan het algoritme denken dat de tomaat tomatensaus is en andersom. Dit geldt ook voor de saus bij de peperoni pizza. Van de drie soorten gegeven pizza's (Peperoni, Hawaii en Tomaat) zijn er werkende algoritmes voor Peperoni en hawaii (Zie figuur 1).



*Fig. 1 De geteste pizza's*

Om te weten of de ingrediënten wel verdeeld zijn is er een segmentatie methode gebruikt. In het originele paper werd de pizza opgedeeld in 4 gelijken kwadranten en in 4 gelijke cirkels. In de replicatiestudie is alleen de methode van 4 gelijken kwarten geïmplementeerd, dit is omdat er niet genoeg tijd was om te onderzoeken hoe het opdelen in 4 gelijke cirkel moet.

Bij het opdelen van het plaatje is de array waar de data van het plaatje inzit 'gesliced' naar 4 gelijken kwadranten (zie figuur 2).



*Fig. 2 Het opdelen in kwadranten*

## Resultaten en discussie

Onderstaand zijn de resultaten in procenten van de originele studie te vinden.

Pizza type	Geraspte kaas	Tomaten saus	Peperoni	Ham	Ananas	Overig
Pepperoni	37.7	3.8	36.9	-	-	15.4
Hawaii	29.6	7.4	-	18.5	18.1	15.7

Hieronder zijn de resultaten in procenten van de replicatiestudie te vinden.

Pizza type	Tomaten saus	Peperoni	Ham	Ananas	Base	Overig
Pepperoni	-	22.07	-	-	13.3	64.6
Hawaii	1.8	-	16.4	21.2	16.2	44.4

Bij deze resultaten is te zien dat de tomaten saus van de hawaii erg verschilt met die van de originele studie. Dit zou kunnen komen doordat de waardes waarmee de saus wordt gescand niet overeenkomen. Ook is het opmerkelijk dat de originele studie geen tabel heeft voor de base, maar deze tabel rij staat er wel per kwadrant. Ook is te zien dat de ham en ananas zeer dichtbij elkaar zitten. Dit betekent dat de algoritmes voor het identificeren van de ham en ananas accuraat zijn. De peperoni is wél erg verschillend met die van de originele studie, dit komt doordat het gemaakte algoritme niet de hele plakjes peperoni kan identificeren (Zie figuur 4). Dit komt doordat de range iets verkleint is, als de range groter is zou het ook de saus meenemen, hierdoor zou er in verhouding veel meer peperoni zijn. Het overige deel van de pizza is ook erg verschillend, dit komt doordat de geraspte kaas er ook in meegenomen wordt.

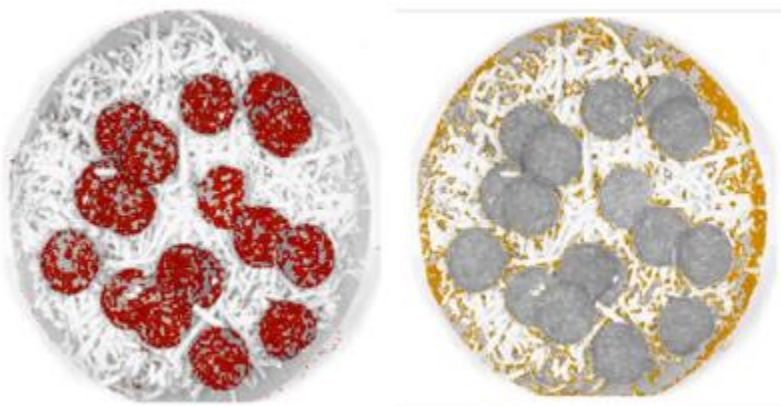
Deze resultaten kunnen gereproduceerd worden door de code uit de GitHub ([/Test Code/ingredientIdentifyingV5.py](#)) te runnen samen met de plaatjes.

Hieronder zijn de resultaten te zien van het identificeren van de ingrediënten op de hawaii pizza. Van links naar recht: tomaten saus, ham, ananas en base.



*Fig. 3 Resultaten hawaii*

Hieronder zijn de resultaten te zien van het identificeren van de ingrediënten op de peperoni pizza. Van links naar recht: peperoni en base.



*Fig. 4 Resultaten peperoni*

Ook is er naar het pizza beleg per kwadrant gekeken. Hieruit kan afgeleid worden of er op 1 kwart veel meer beleg aanwezig is dan een ander kwadrant. Dit is gedaan met segmentatie. De resultaten van het originele paper zijn gebaseerd op een pizza waarvan geen meting op basis van de hele pizza gedaan is. Het is dus niet gelukt om de waardes te vergelijken, maar er is nog steeds bruikbare informatie naar voren gekomen.

Hieronder zijn de resultaten per kwadrant van de hawaii pizza te zien.

<b>Kwadrant naam</b>	<b>Saus</b>	<b>Ananas</b>	<b>Ham</b>	<b>Base</b>
Kwart K1	0.9	23.8	15.0	14.6
Kwart K2	1.9	25.3	11.3	19.4
Kwart K3	2.8	13.9	26.3	14.6
Kwart K4	1.7	21.6	13.0	16.2

Hieronder zijn de resultaten per kwadrant van de peperoni pizza te zien.

<b>Kwadrant naam</b>	<b>Peperoni</b>	<b>Base</b>
Kwart K1	17.2	11.6
Kwart K2	19.6	15.6
Kwart K3	23.0	12.0
Kwart K4	28.5	14.1

Om te beginnen met de resultaten van de hawaii pizza (figuur 1 rechter pizza) is te zien dat de saus redelijk verspreid is. Bij de ananas is te zien dat kwart K3 in verhouding minder ananas heeft dan de andere kwadranten. K3 heeft wél meer ham dan alle andere kwadranten. Verder is de base van alle kwadranten ongeveer hetzelfde, dit zou ook moeten kloppen omdat alle kwadranten een rand hebben.

Verder bij de resultaten van de peperoni pizza (figuur 1 linker pizza) is te zien dat de peperoni erg verdeeld is, dit geldt ook voor de base. Deze peperoni pizza zou dus met vlag en wimpel door de keuring gaan.

## **Uitbereiding**

Een aantal aspecten van dit onderzoek zouden uitbereid kunnen worden. Zo kan het verschil tussen tomaat en tomaten saus onderzocht kunnen worden om ook de tomaten te kunnen identificeren. Dit geldt ook voor het verschil tussen kaas en ananas en het verschil tussen peperoni en tomaten saus.

Ook zou er onderzocht kunnen worden hoe een pizza opgedeeld kan worden in vier gelijken cirkels. Hiervoor zou eerst het middelpunt van de pizza gevonden worden. Vervolgens moet er een perfecte cirkel om de pizza getrokken worden. Een pizza is niet altijd precies rond, er moet dus een methode gevonden worden om ook misvormde pizza in cirkels op te delen. Als het middelpunt en de buitenste cirkel gevonden zijn kunnen er vier even grote cirkel worden berekend. Met het testen op verdeling van beleg over vier gelijke cirkels kunnen de resultaten vergeleken worden met die van de kwadranten. Hieruit kan dan een duidelijkere conclusie getrokken worden of het beleg van de pizza wel verdeeld genoeg is.

## **Conclusie**

1. De werking van het identificeren van de ananas, ham en base is correct.
2. De resultaten komen deels overeen met de originele studie.
3. Het is nog niet gelukt om de geraspte kaas en tomaat te identificeren.
4. Het is nog niet gelukt om de pizza op te delen in vier gelijke cirkels

## **Links**

De github: <https://github.com/TimStolker/Replicatiestudie-pizza-topping/tree/88dc891e2c87e4ef43e91ad7327953ab5fe7f9bc>

De originele studie:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877400000248?via%3Dihub>