

# Parallel Programmeren: Classificatie met Neurale Netwerken

Pieter Dilien, Waldo Wautelet

Faculteit Industriële Ingenieurswetenschappen - Campus De Nayer, KU  
Leuven, België

May 20, 2022

## 1 Introductie

In dit verslag bespreken we het paralleliseren van een programma dat een afbeelding kan classificeren. Eerst bekijken we het originele niet-geparalleliseerde programma. Vervolgens zal er ingegaan worden op de verbeteringen die er aan het originele programma aangebracht zijn om het parallel te laten functioneren. Ten slotte zullen we de resultaten van de beide programma's vergelijken.

## 2 Origineel

Eerst en vooral bestudeerden we hoe het programma juist werkt. Vervolgens bekeken we welke layers het meeste computing time innamen. Dit om te bepalen welke layers nog het meest ruimte voor verbetering hadden. De layertijden van het originele programma zijn te zien op figuur 2.

Het is duidelijk dat layers 1, 3, 6, 10, 14, 18, 19, 21 en 22 reeds erg snel zijn en dus minder marge hebben voor verbetering. Hierdoor keken we naar de overgebleven layers. Het werd snel duidelijk dat deze allemaal gebruikmaken van de "convolution\_layer" functie. Het is dan ook deze functie dat gekozen werd om te paralleliseren.

## 3 Verbeterd

Zoals vermeld in vorige paragraaf is het de "convolution\_layer" functie die we geparalleliseerd hebben door deze te laten uitvoeren op de GPU. Om dit te verwezenlijken waren enkele moeilijke omzettingen nodig. Zo was het nodig om de rand met nullen rond onze input\_data te plaatsen. Dit probeerden we eerst mee in dezelfde kernel uit te voeren, wat achteraf echter geen goed idee bleek. Dit leidde tot het maken van een aparte kernel die deze klus klaarde.

Ons verbeterde programma maakt dus gebruik van 2 aparte kernels. De eerste is om onze input\_data in de zeropad buffer te steken. Dit is een zeer korte en eenvoudige kernel die enkel moet lezen van input\_data en schrijven naar zeropad.

Voordat we de kernel kunnen gebruiken moeten we eerst alle gebruikte (gedeelde) buffers vullen. De zeropad buffer word zeer simpel gevuld met allemaal 0, de andere buffers worden gevuld met meegegeven data omdat de GPU hier data van moet lezen.

De tweede kernel is de kernel die effectief de convolutielaag gaat uitrekenen. We hebben ervoor gekozen om zoveel mogelijk te paralleliseren en dus hebben we de gpu opgedeeld in  $\text{feature\_size} * \text{feature\_size} * \text{input\_depth}$  work-items. Door dit te doen moeten we slechts 1 for-loop uitvoeren in onze tweede kernel. We hebben ook gebruikgemaakt van een atomische som, dit was nodig omdat het kan zijn dat 2 work-items tegelijk een '+=' operatie willen uitvoeren wat een race-conditie kan veroorzaken met een foute uitkomst als gevolg. Door deze atomische som wordt dit vermeden en is de uitkomst dus steeds correct.

Ten slotte lezen we alle data uit deze gedeelde buffer en steken we deze in het geheugen van de CPU.

## 4 Resultaten

Het verbeterde programma is duidelijk sneller dan het originele, dit is zichtbaar in figuur 1. De totale computing time werd verlaagd van gemiddeld 17 seconden naar gemiddeld 2.5 seconden.

Daarnaast is duidelijk te zien in figuur 2 dat het opzet om layers 2, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 15, 16 en 17 - die allemaal gebruikmaken van de "convolution\_layer" functie - te versnellen, geslaagd is.

Het is ook goed te zien dat al de andere layers die nog steeds volledig op de CPU uitgevoerd worden en dus niet geparalleliseerd zijn nog steeds dezelfde tijd hebben. Specifiek voor de laatste 3 layers is er nog ruimte voor versnelling. Dit zou eventueel mogelijk geweest zijn door de "dense" functie ook nog te paralleliseren.

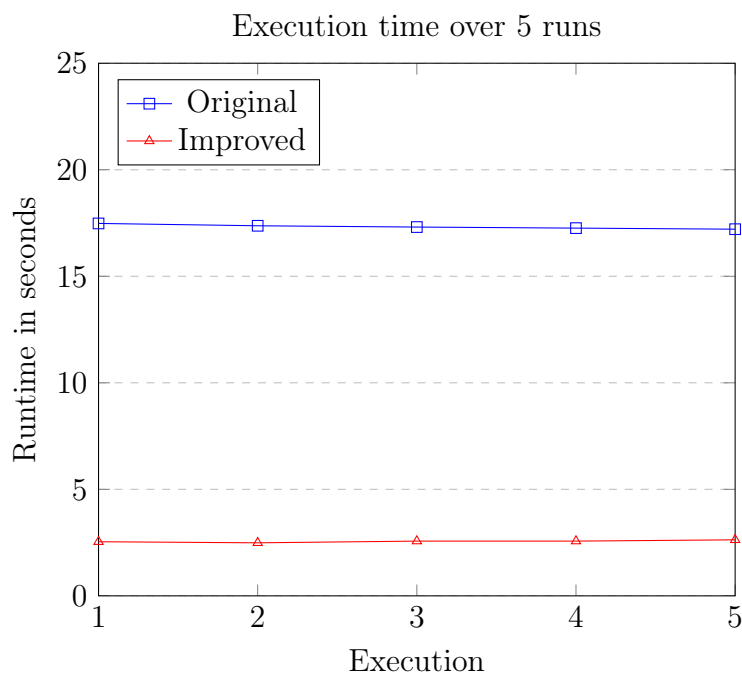


Figure 1: Execution time of original and improved program

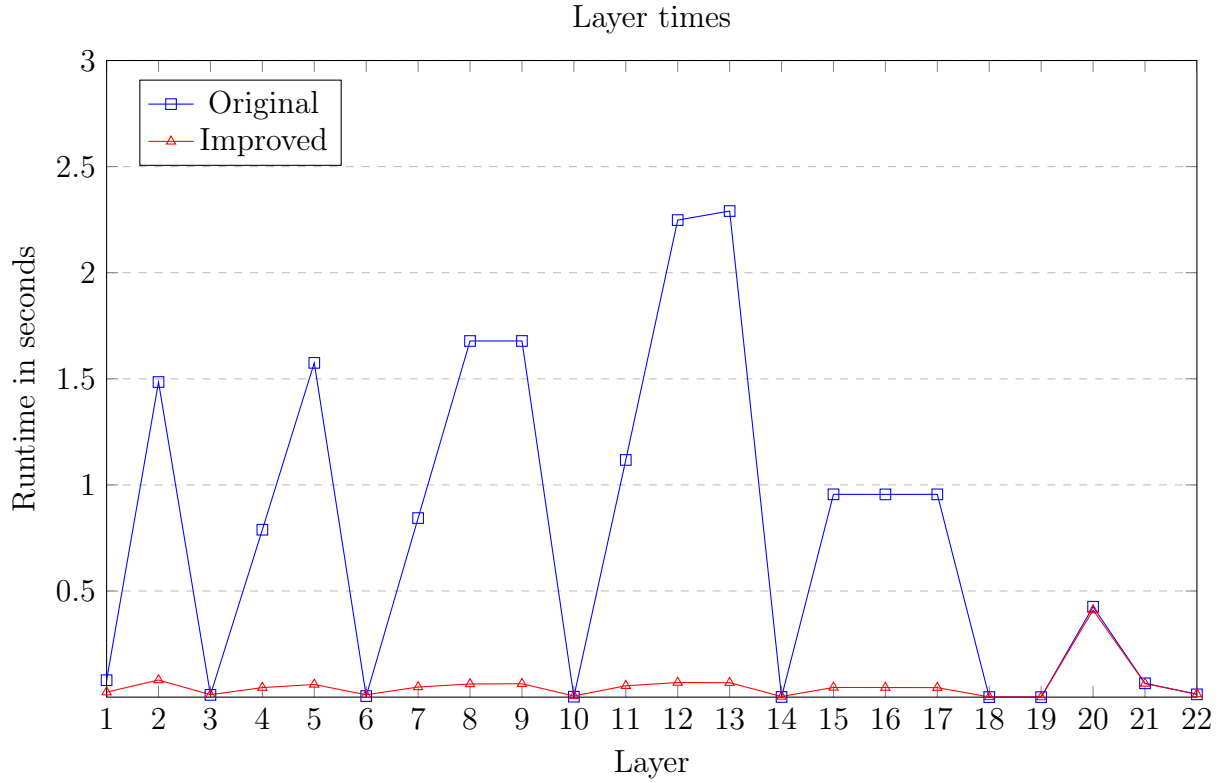


Figure 2: Layer times of original and improved program

## 5 Conclusie

Ondanks het succesvol versnellen van het programma, kregen we wel nog een fout resultaat. We zouden "tabby\_cat" moeten krijgen, maar krijgen in plaats daarvan steeds het resultaat "buckle". We hebben het grootste deel van de labo sessies gezocht naar de fout(en) waardoor we steeds een incorrect resultaat kregen, maar vonden deze tevergeefs niet.