

LECTURES & LESROOSTERS



CLASS '95:
ROB HESSELINK
MELISSA WIJNGAARDEN
YAMIE VAN WIJNBERGEN

HET PROBLEEM:

Course Timetabling Problem (CTP)

29 vakken, 609 studenten.

Elementen binnen het rooster:

- Lectures, Labs, Tutorials
- Students
- Groups
- Rooms
- Time slots (5 per dag)

	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday
9:00 - 11:00	Heuristieken 1 (tutorials 2 in A1.06) Heuristieken 1 (lectures in A1.08) Compilerbouw (labs 1 in A1.10) Calculus 2 (tutorials 3 in C1.112) Software engineering (labs 1 in B0.201) Informatie- en organisatieontwerp (lectures in C0.110) Informatie- en organisatieontwerp (labs 2 in A1.04)	Databases 2 (lectures in A1.06) Compilerbouw (lectures in C0.110) Informatie- en organisatieontwerp (labs 1 in A1.04) Advanced Heuristics (lectures in C1.112) Advanced Heuristics (labs 2 in A1.08) Compilerbouw practicum (labs 3 in A1.10) Moderne Databases (tutorials 3 in B0.201)	Collectieve Intelligentie (labs 4 in C1.112) Data Mining (labs 3 in A1.10) Compilerbouw practicum (labs 2 in B0.201) Webprogrammeren en databases (tutorials 2 in C0.110) Webprogrammeren en databases (lectures in A1.06)	Heuristieken 2 (tutorials 2 in A1.06) Bioinformatica (lectures in A1.10) Compilerbouw (lectures in A1.08) Project Numerical Recipes (labs 3 in C1.112) Calculus 2 (lectures in A1.04) Algoritmen en complexiteit (tutorials 1 in B0.201) Algoritmen en complexiteit (tutorials 2 in C0.110)	Collectieve Intelligentie (lectures in B0.201) Bioinformatica (tutorials 1 in C1.112) Project Numerical Recipes (labs 2 in A1.08) Calculus 2 (tutorials 1 in C0.110) Software engineering (tutorials 1 in A1.04) Data Mining (labs 2 in A1.10) Webprogrammeren en databases (tutorials 1 in A1.06)
11:00 - 13:00	Autonomous Agents 2 (labs 3 in A1.04) Netwerken en systeembeveiliging (labs 2 in A1.08) Compilerbouw (tutorials 2 in B0.201) Reflectie op de digitale cultuur (lectures in A1.06) Moderne Databases (lectures in C1.112) Moderne Databases (labs 2 in A1.10)	Interactie-ontwerp (lectures in B0.201) Programmeren in Java 2 (labs 5 in A1.08) Software engineering (labs 2 in A1.06) Informatie- en organisatieontwerp (lectures in A1.10) Data Mining (lectures in C1.112) Kansrekenen 2 (lectures in C0.110) Moderne Databases (labs 1 in A1.04)	Collectieve Intelligentie (tutorials 1 in A1.06) Architectuur en computerorganisatie (lectures in B0.201) Architectuur en computerorganisatie (lectures in A1.10) Heuristieken 2 (tutorials 1 in A1.04) Netwerken en systeembeveiliging (labs 3 in C0.110) Bioinformatica (labs 3 in A1.08) Programmeren in Java 2 (labs 1 in C1.112)	Collectieve Intelligentie (lectures in C0.110) Autonomous Agents 2 (tutorials 1 in A1.06) Autonomous Agents 2 (lectures in A1.04) Reflectie op de digitale cultuur (tutorials 1 in B0.201) Algoritmen en complexiteit (labs 2 in A1.08)	Netwerken en systeembeveiliging (labs 1 in A1.06) Calculus 2 (tutorials 2 in A1.08) Informatie- en organisatieontwerp (tutorials 1 in C1.112) Reflectie op de digitale cultuur (tutorials 3 in C0.110) Moderne Databases (tutorials 1 in A1.04) Project Genetic Algorithms (labs 3 in B0.201)
13:00 - 15:00	Autonomous Agents 2 (tutorials 3 in A1.10) Netwerken en systeembeveiliging (labs 4 in B0.201) Programmeren in Java 2 (labs 3 in C0.110) Data Mining (tutorials 1 in A1.06) Machine Learning (lectures in A1.04) Project Genetic Algorithms (labs 1 in C1.112) Project Genetic Algorithms (labs 2 in A1.08)	Bioinformatica (tutorials 2 in A1.04) Programmeren in Java 2 (labs 2 in A1.08) Informatie- en organisatieontwerp (tutorials 2 in B0.201) Kansrekenen 2 (lectures in A1.10) Algoritmen en complexiteit (labs 1 in A1.06)	Collectieve Intelligentie (lectures in C1.112) Databases 2 (tutorials 2 in A1.06) Compilerbouw (labs 2 in A1.04) Reflectie op de digitale cultuur (tutorials 2 in B0.201) Data Mining (tutorials 3 in C0.110) Data Mining (labs 1 in A1.10) Compilerbouw practicum (labs 1 in A1.08)	Heuristieken 1 (tutorials 1 in A1.08) Interactie-ontwerp (lectures in A1.04) Advanced Heuristics (labs 1 in C0.110) Algoritmen en complexiteit (lectures in A1.06)	Collectieve Intelligentie (tutorials 3 in B0.201) Technology for games (tutorials 2 in A1.08) Technology for games (lectures in C0.110) Reflectie op de digitale cultuur (lectures in A1.04) Data Mining (lectures in A1.06) Machine Learning (lectures in C1.112)
15:00 - 17:00	Collectieve Intelligentie (tutorials 2 in A1.08) Collectieve Intelligentie (tutorials 4 in A1.04) Autonomous Agents 2 (tutorials 2 in C0.110) Programmeren in Java 2 (labs 6 in B0.201) Webprogrammeren en databases (labs 2 in A1.06)	Lineaire Algebra (lectures in A1.06) Autonomous Agents 2 (lectures in C0.110) Bioinformatica (labs 2 in A1.04) Compilerbouw (tutorials 1 in C1.112)	Collectieve Intelligentie (labs 3 in A1.08) Autonomous Agents 2 (labs 1 in C1.112) Databases 2 (tutorials 1 in A1.04) Technology for games (lectures in C0.110) Bioinformatica (tutorials 3 in B0.201) Bioinformatica (lectures in A1.10) Bioinformatica (labs 1 in A1.06)	Lineaire Algebra (lectures in A1.06) Project Numerical Recipes (labs 1 in A1.04) Moderne Databases (tutorials 2 in A1.08) Webprogrammeren en databases (labs 1 in C0.110) Analysemethoden en -technieken (lectures in B0.201)	Collectieve Intelligentie (labs 2 in C1.112) Programmeren in Java 2 (labs 4 in B0.201) Software engineering (tutorials 2 in A1.10) Software engineering (lectures in A1.06) Data Mining (tutorials 2 in C0.110) Moderne Databases (labs 3 in A1.04) Webprogrammeren en databases (lectures in A1.08)
17:00 - 19:00	Autonomous Agents 2 (labs 2 in C0.110)	Technology for games (tutorials 1 in C0.110)	Bioinformatica (lectures in C0.110)	Collectieve Intelligentie (labs 1 in C0.110)	Heuristieken 2 (lectures in C0.110)

CONSTRAINTS

Hard constraints:

- Alle studenten/vakken moeten ingeroosterd worden.
- Per lokaal per tijdslot kan er maar één vak ingeroosterd zijn
- Niet meer studenten dan de maximumcapaciteit van een activiteit

Overtreding van een hard constraint? → GEEN geldig rooster

CONSTRAINTS

Soft constraints/ Maluspunten:

- Meermaals op één dag
- Roosterconflict
- Capaciteitsconflict
- Avondslot

SCORE FUNCTIE

Maluspunt: Meermaals op één dag

	Monday	Tuesday	Wednesday
9:00 - 11:00		Compilerbouw (lectures in C1.112)	Compilerbouw (lectures in C1.112)
11:00 - 13:00		Compilerbouw (tutorials 1 in C0.110)	
13:00 - 15:00			Compilerbouw (labs 1 in A1.06)
15:00 - 17:00			Compilerbouw (labs 2 in B0.201)
17:00 - 19:00			

Score: 10 punten af bij x-1, 20 punten af bij x-3, 30 punten af bij x-3

SCORE FUNCTIE

Maluspunt: Roosterconflict van Jan

	Monday
9:00 - 11:00	
11:00 - 13:00	Compilerbouw (labs 2 in C0.110) Project Numerical Recipes (labs 3 in A1.06)
13:00 - 15:00	
15:00 - 17:00	
17:00 - 19:00	

Score: 1 punt af per conflict

SCORE FUNCTIE

Maluspunt: Meer studenten dan stoelen



Score: 1 punt af per student die niet past

SCORE FUNCTIE

Maluspunt: Avondslot (17:00 – 19:00)

	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday
9:00 - 11:00	Heuristieken 1 (tutorials 2 in A1.06) Heuristieken 1 (lectures in A1.08) Compilerbouw (labs 1 in A1.10) Calculus 2 (tutorials 3 in C1.112) Software engineering (labs 1 in B0.201) Informatie- en organisatieontwerp (lectures in C0.110) Informatie- en organisatieontwerp (labs 2 in A1.04)	Databases 2 (lectures in A1.06) Compilerbouw (lectures in C0.110) Informatie- en organisatieontwerp (labs 1 in A1.04) Advanced Heuristics (lectures in C1.112) Advanced Heuristics (labs 2 in A1.08) Compilerbouw practicum (labs 3 in A1.10) Moderne Databases (tutorials 3 in B0.201)	Collectieve Intelligentie (labs 4 in C1.112) Data Mining (labs 3 in A1.10) Compilerbouw practicum (labs 2 in B0.201) Webprogrammeren en databases (tutorials 2 in C0.110) Webprogrammeren en databases (lectures in A1.06)	Heuristieken 2 (tutorials 2 in A1.06) Bioinformatica (lectures in A1.10) Compilerbouw (lectures in A1.08) Project Numerical Recipes (labs 3 in C1.112) Calculus 2 (lectures in A1.04) Algoritmen en complexiteit (tutorials 1 in B0.201) Algoritmen en complexiteit (tutorials 2 in C0.110)	Collectieve Intelligentie (lectures in B0.201) Bioinformatica (tutorials 1 in C1.112) Project Numerical Recipes (labs 2 in A1.08) Calculus 2 (tutorials 1 in C0.110) Software engineering (tutorials 1 in A1.04) Data Mining (labs 2 in A1.10) Webprogrammeren en databases (tutorials 1 in A1.06)
11:00 - 13:00	Autonomous Agents 2 (labs 3 in A1.04) Netwerken en systeembeveiliging (labs 2 in A1.08) Compilerbouw (tutorials 2 in B0.201) Reflectie op de digitale cultuur (lectures in A1.06) Moderne Databases (lectures in C1.112) Kansrekenen 2 (lectures in C0.110) Moderne Databases (labs 2 in A1.10)	Interactie-ontwerp (lectures in B0.201) Programmeren in Java 2 (labs 5 in A1.08) Software engineering (labs 2 in A1.06) Informatie- en organisatieontwerp (lectures in A1.10) Data Mining (lectures in C1.112) Kansrekenen 2 (lectures in C0.110) Moderne Databases (labs 1 in A1.04)	Collectieve Intelligentie (tutorials 1 in A1.06) Architectuur en computerorganisatie (lectures in B0.201) Architectuur en computerorganisatie (lectures in A1.10) Heuristieken 2 (tutorials 1 in A1.04) Netwerken en systeembeveiliging (labs 3 in C0.110) Bioinformatica (labs 3 in A1.08) Programmeren in Java 2 (labs 1 in C1.112)	Collectieve Intelligentie (lectures in C0.110) Autonomous Agents 2 (tutorials 1 in A1.06) Autonomous Agents 2 (lectures in A1.04) Reflectie op de digitale cultuur (tutorials 1 in B0.201) Algoritmen en complexiteit (labs 2 in A1.08)	Netwerken en systeembeveiliging (labs 1 in A1.06) Calculus 2 (tutorials 2 in A1.08) Informatie- en organisatieontwerp (tutorials 1 in C1.112) Reflectie op de digitale cultuur (tutorials 3 in C0.110) Moderne Databases (tutorials 1 in A1.04) Project Genetic Algorithms (labs 3 in B0.201)
13:00 - 15:00	Autonomous Agents 2 (tutorials 3 in A1.10) Netwerken en systeembeveiliging (labs 4 in B0.201) Programmeren in Java 2 (labs 3 in C0.110) Data Mining (tutorials 1 in A1.06) Machine Learning (lectures in A1.04) Project Genetic Algorithms (labs 1 in C1.112) Project Genetic Algorithms (labs 2 in A1.08)	Bioinformatica (tutorials 2 in A1.04) Programmeren in Java 2 (labs 2 in A1.08) Informatie- en organisatieontwerp (tutorials 2 in B0.201) Kansrekenen 2 (lectures in A1.10) Algoritmen en complexiteit (labs 1 in A1.06)	Collectieve Intelligentie (lectures in C1.112) Databases 2 (tutorials 2 in A1.06) Compilerbouw (labs 2 in A1.04) Reflectie op de digitale cultuur (tutorials 2 in B0.201) Data Mining (tutorials 3 in C0.110) Data Mining (labs 1 in A1.10) Compilerbouw practicum (labs 1 in A1.08)	Heuristieken 1 (tutorials 1 in A1.08) Interactie-ontwerp (lectures in A1.04) Advanced Heuristics (labs 1 in C0.110) Algoritmen en complexiteit (lectures in A1.06)	Collectieve Intelligentie (tutorials 3 in B0.201) Technology for games (tutorials 2 in A1.08) Technology for games (lectures in C0.110) Reflectie op de digitale cultuur (lectures in A1.04) Data Mining (lectures in A1.06) Machine Learning (lectures in C1.112)
15:00 - 17:00	Collectieve Intelligentie (tutorials 2 in A1.08) Collectieve Intelligentie (tutorials 4 in A1.04) Autonomous Agents 2 (tutorials 2 in C0.110) Programmeren in Java 2 (labs 6 in B0.201) Webprogrammeren en databases (labs 2 in A1.06)	Lineaire Algebra (lectures in A1.06) Autonomous Agents 2 (lectures in C0.110) Bioinformatica (labs 2 in A1.04) Compilerbouw (tutorials 1 in C1.112)	Collectieve Intelligentie (labs 3 in A1.08) Autonomous Agents 2 (labs 1 in C1.112) Databases 2 (tutorials 1 in A1.04) Technology for games (lectures in C0.110) Bioinformatica (tutorials 3 in B0.201) Bioinformatica (lectures in A1.10) Bioinformatica (labs 1 in A1.06)	Lineaire Algebra (lectures in A1.06) Project Numerical Recipes (labs 1 in A1.04) Moderne Databases (tutorials 2 in A1.08) Webprogrammeren en databases (labs 1 in C0.110) Analysemethoden en -technieken (lectures in B0.201)	Collectieve Intelligentie (labs 2 in C1.112) Programmeren in Java 2 (labs 4 in B0.201) Software engineering (tutorials 2 in A1.10) Software engineering (lectures in A1.06) Data Mining (tutorials 2 in C0.110) Moderne Databases (labs 3 in A1.04) Webprogrammeren en databases (lectures in A1.08)
17:00 - 19:00	Autonomous Agents 2 (labs 2 in C0.110)	Technology for games (tutorials 1 in C0.110)	Bioinformatica (lectures in C0.110)	Collectieve Intelligentie (labs 1 in C0.110)	Heuristieken 2 (lectures in C0.110)

Score: 50 punten af per gebruik

SCORE FUNCTIE

Bonuspunt: Gelijke verspreiding van vakken

	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday
9:00 - 11:00		Kansrekenen 2 (lectures in C0.110)			
11:00 - 13:00					
13:00 - 15:00					Kansrekenen 2 (lectures in C0.110)
15:00 - 17:00					
17:00 - 19:00					

Score: 20 punten erbij per vak met optimale verspreiding

DE SCORE FUNCTIE

Score = Geldig rooster – Maluspunten + Bonuspunten

Geldig rooster: 1000 punten

Max bonuspunten: 580 punten

Max te behalen score: 1580

DE VERPLAATSER

Verplaatsingen binnen het rooster:

- Studenten tussen werkgroepen
- Vakken tussen tijdslots
- Lokalen binnen tijdslots

DE VERPLAATSER

Voor verplaatsing:

	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday
9:00 - 11:00		Collectieve Intelligentie (labs 4 in A1.06)			Collectieve Intelligentie (tutorials 4 in B0.201)
11:00 - 13:00		Collectieve Intelligentie (lectures 0 in A1.04)		Collectieve Intelligentie (labs 3 in A1.04)	
13:00 - 15:00		Collectieve Intelligentie (lectures 0 in A1.06)			Collectieve Intelligentie (tutorials 1 in B0.201) Collectieve Intelligentie (labs 1 in A1.08)
15:00 - 17:00	Collectieve Intelligentie (tutorials 3 in A1.04)			Collectieve Intelligentie (lectures 0 in A1.08)	Collectieve Intelligentie (tutorials 2 in A1.06)
17:00 - 19:00		Collectieve Intelligentie (labs 2 in C0.110)			

Na verplaatsing:

	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday
9:00 - 11:00		Collectieve Intelligentie (labs 4 in A1.06)			Collectieve Intelligentie (tutorials 4 in B0.201)
11:00 - 13:00	Collectieve Intelligentie (labs 3 in A1.04)	Collectieve Intelligentie (lectures 0 in A1.04)			
13:00 - 15:00		Collectieve Intelligentie (lectures 0 in A1.06)			Collectieve Intelligentie (tutorials 1 in B0.201) Collectieve Intelligentie (labs 1 in A1.08)
15:00 - 17:00	Collectieve Intelligentie (tutorials 3 in A1.04)			Collectieve Intelligentie (lectures 0 in A1.08)	Collectieve Intelligentie (tutorials 2 in A1.06)
17:00 - 19:00		Collectieve Intelligentie (labs 2 in C0.110)			

DE VERPLAATSER

Verplaatsingen binnen het rooster:

- Studenten tussen werkgroepen
- Vakken tussen tijdslots
- Lokalen binnen tijdslots

STATE SPACE

- Grote toestandsruimte
- Iteratieve algoritmes vereist

Table 1: De grootte van de toestandsruimte

Indeling	Aantal mogelijkheden
Werkgroepen	5×10^{82}
Activiteiten	2×10^{180}
Lokalen	1×10^{109}
Totaal	1×10^{372}

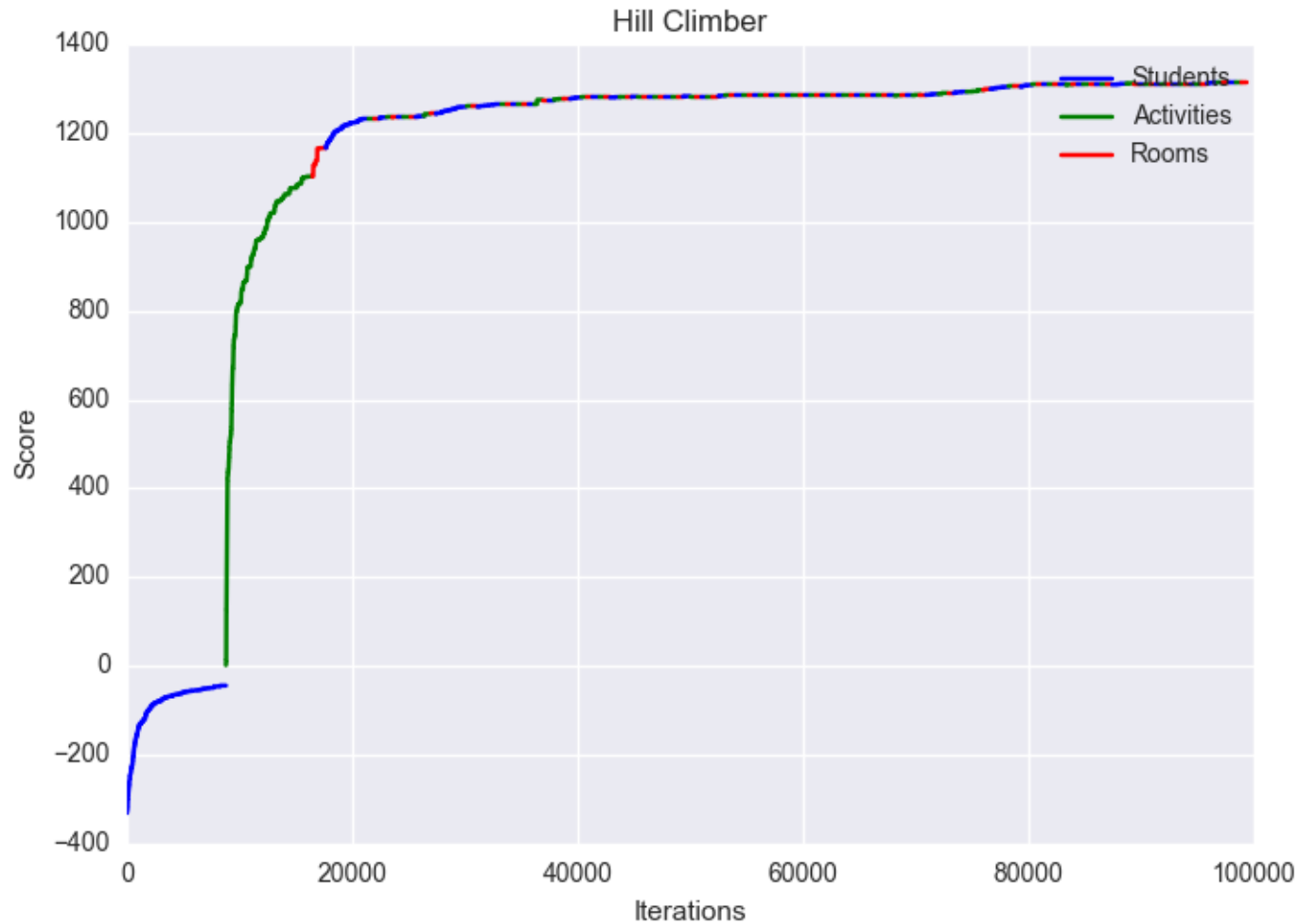
RESULTATEN

Op een random rooster iteratieve algoritmes:

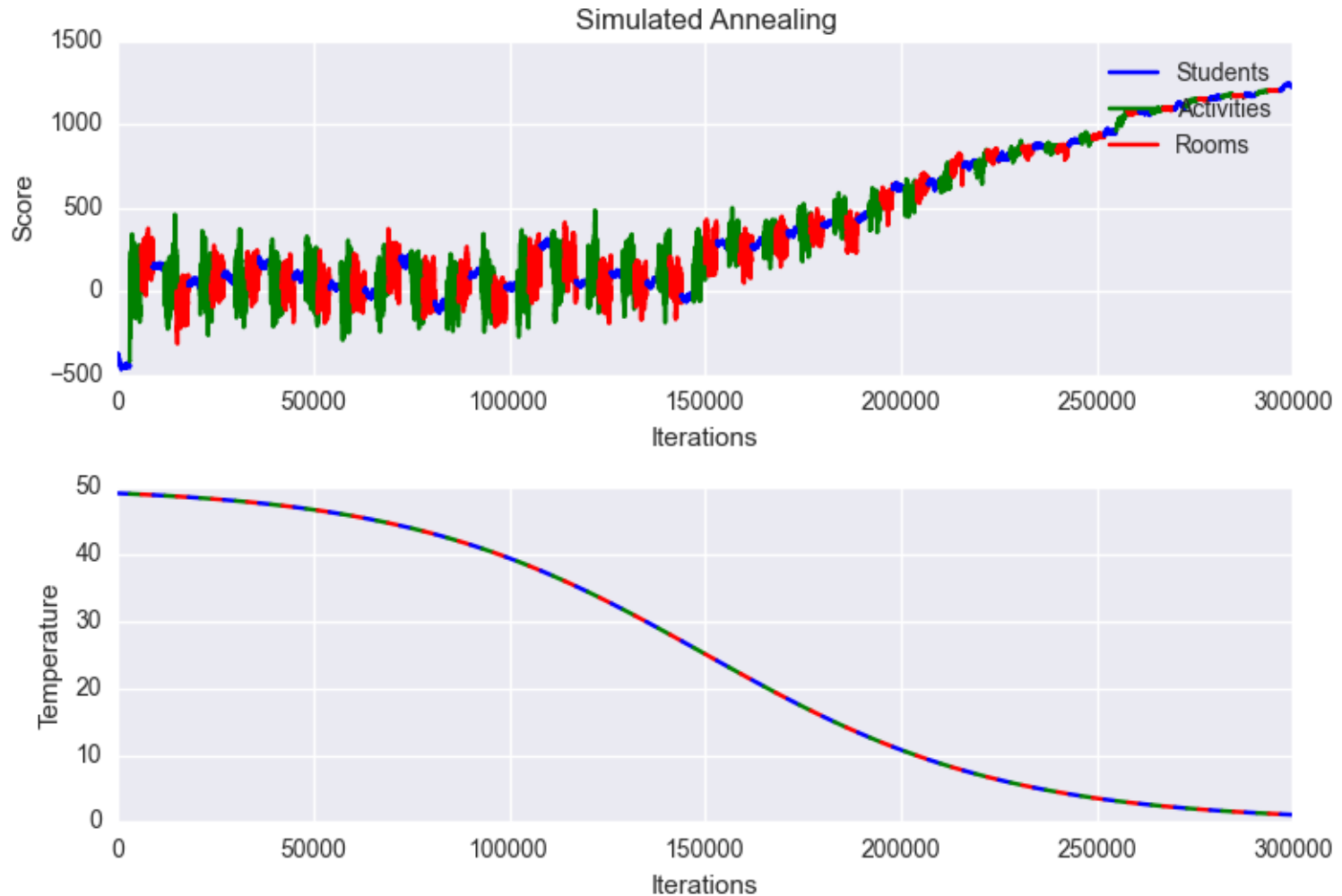
Hill Climber

Simulated Annealing

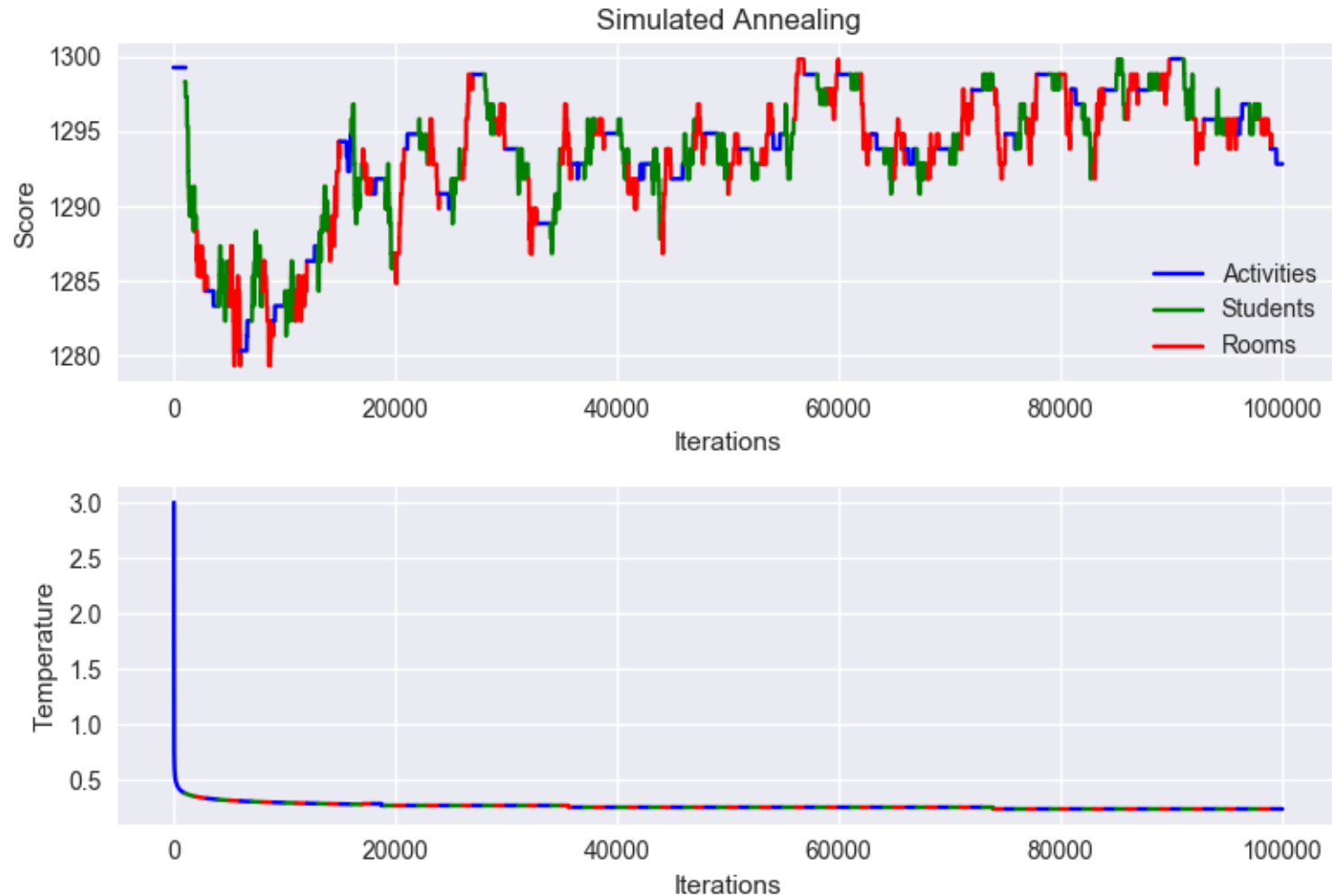
HILL CLIMBER



SIMULATED ANNEALING



SIMULATED ANNEALING



CONCLUSIE

Hogere scores met de Hill Climber

Hoogste score: 1315 punten

Verplaatsing: eerst studenten, dan
activiteiten en daarna lokalen