

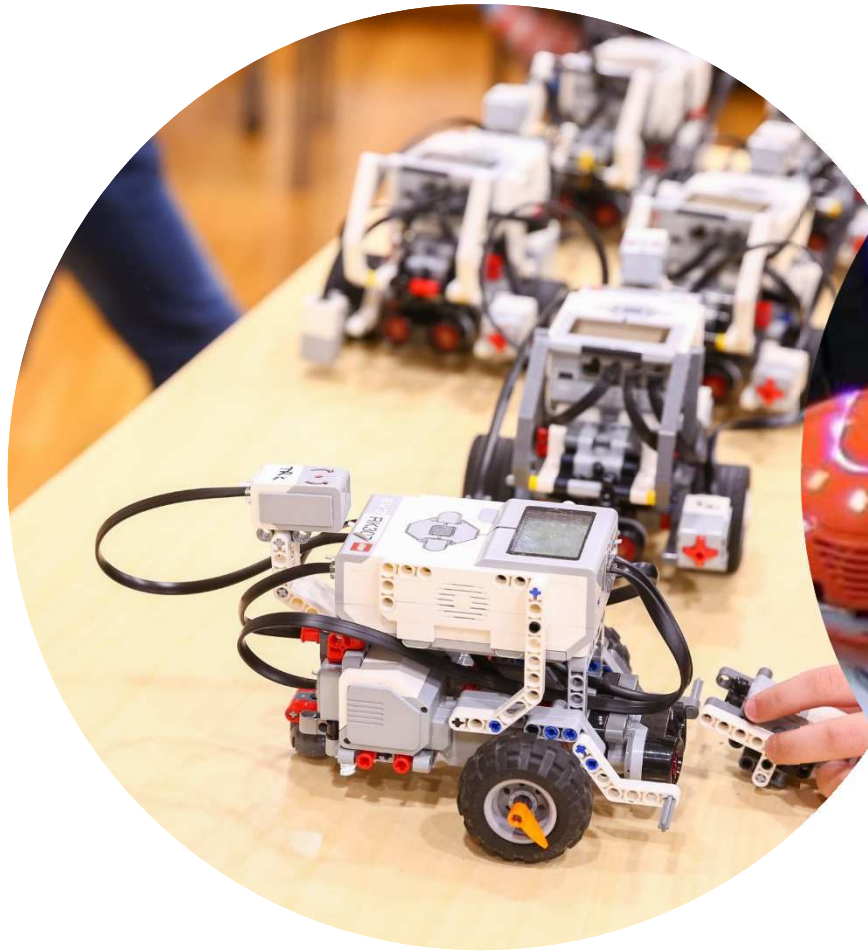
# Sociale robots voor het onderwijs

**Tony Belpaeme**

IDLab – imec, Ghent University, Belgium  
University of Plymouth, United Kingdom



UNIVERSITY OF  
PLYMOUTH



Robots voor STEM onderricht

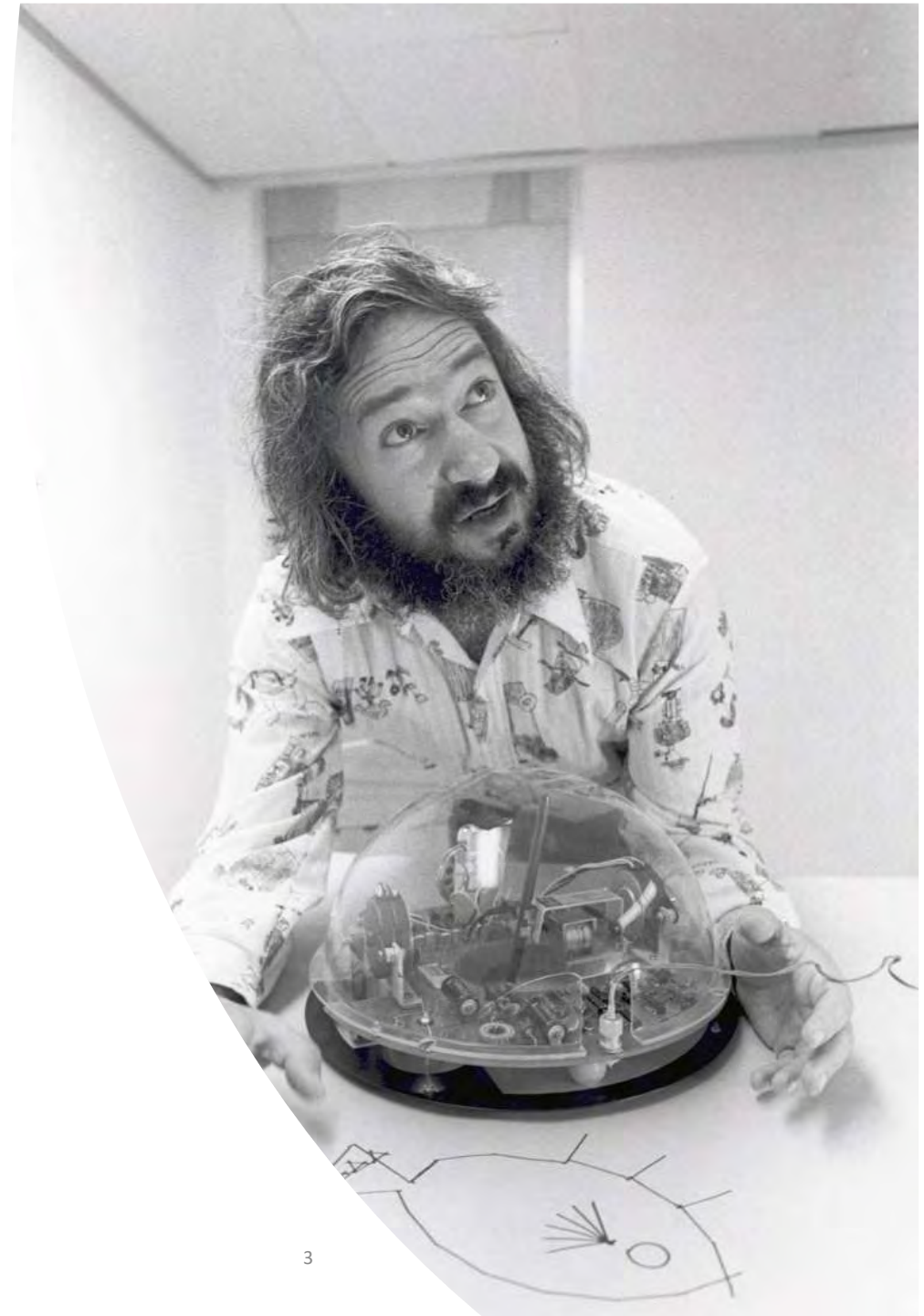


Robots als leraar en coach

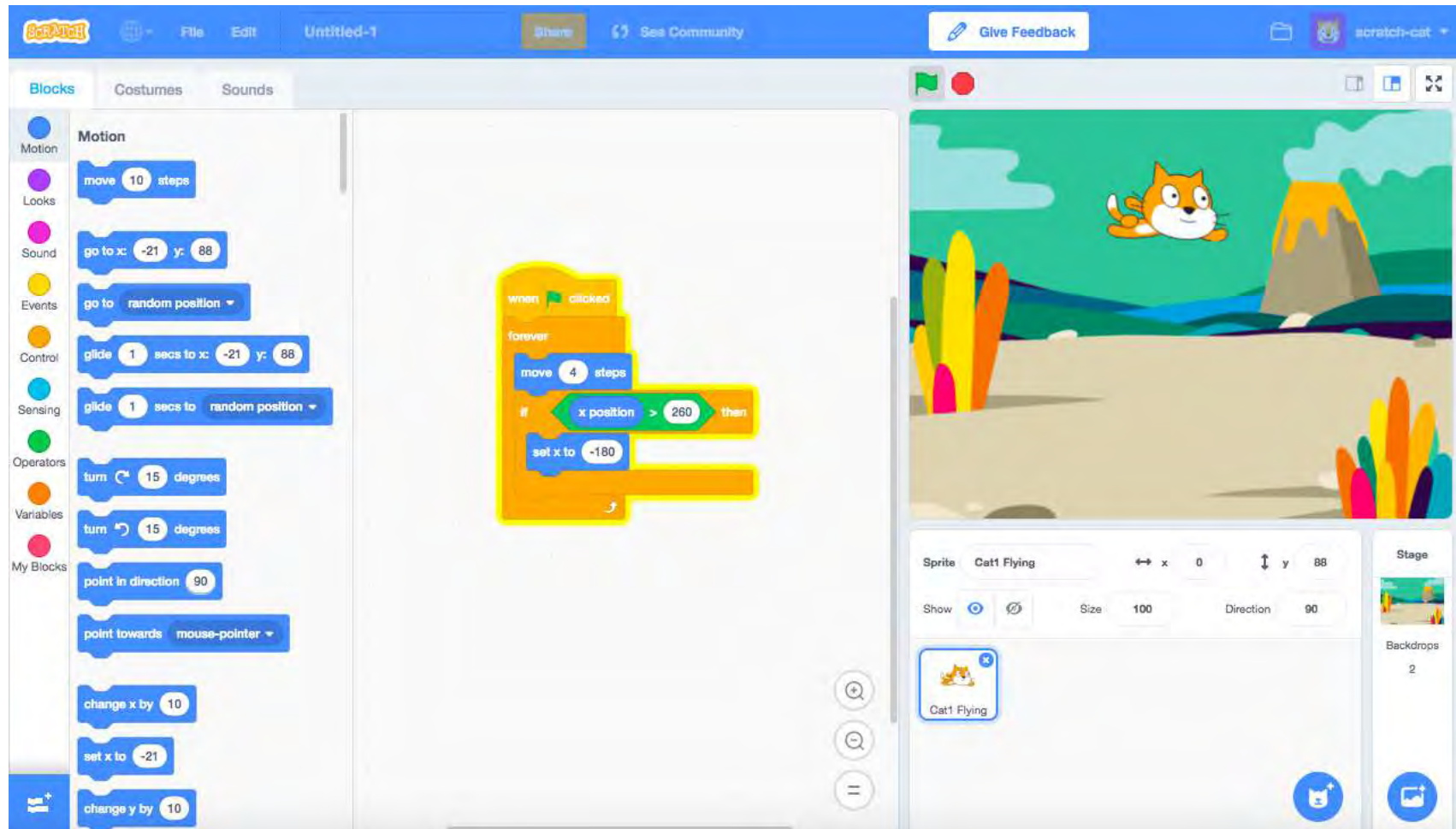
# Seymour Papert

(1928-2016)

- 
- Richtte samen met Marvin Minsky het Artificial Intelligence Laboratory op aan het Massachusetts Institute of Technology.
  - Geïnspireerd door Jean Piaget.
  - Hekelde de focus op three R's — reading, 'riting and 'rithmetic.
  - Stelde “constructionism” voor, de tegenpool van “instructionism”.
  - Ontwikkelde in 1967 samen collega's de programmeertaal Logo en later de Logo Turtle robot.



# Scratch (2002- )










# Lego Mindstorms

(1998- )

- 
- Meest populaire edutainment software and hardware systeem.
  - Geen cijfers bekend, maar Mindstorms is de meest succesvolle productlijn van Lego.
  - Lego draaide in 2017 4,7 miljard € omzet, maakte 1 miljard € winst.
  - Honderden competitielega's rond het Mindstormsplatform.
  - Echter, bereikt vaak enkel kinderen die reeds geboeid zijn door STEM.





-  Ontwikkeling van wiskundig denken
-  Logisch en wiskundig denken
-  Getallenkennis
-  Rekentaalvaardigheid
-  Meetkunde
-  Meten en metend rekenen
- 
- 

## Logisch en wiskundig denken

Ik kan logisch redeneren en zet wiskunde handig en inzichtelijk in.

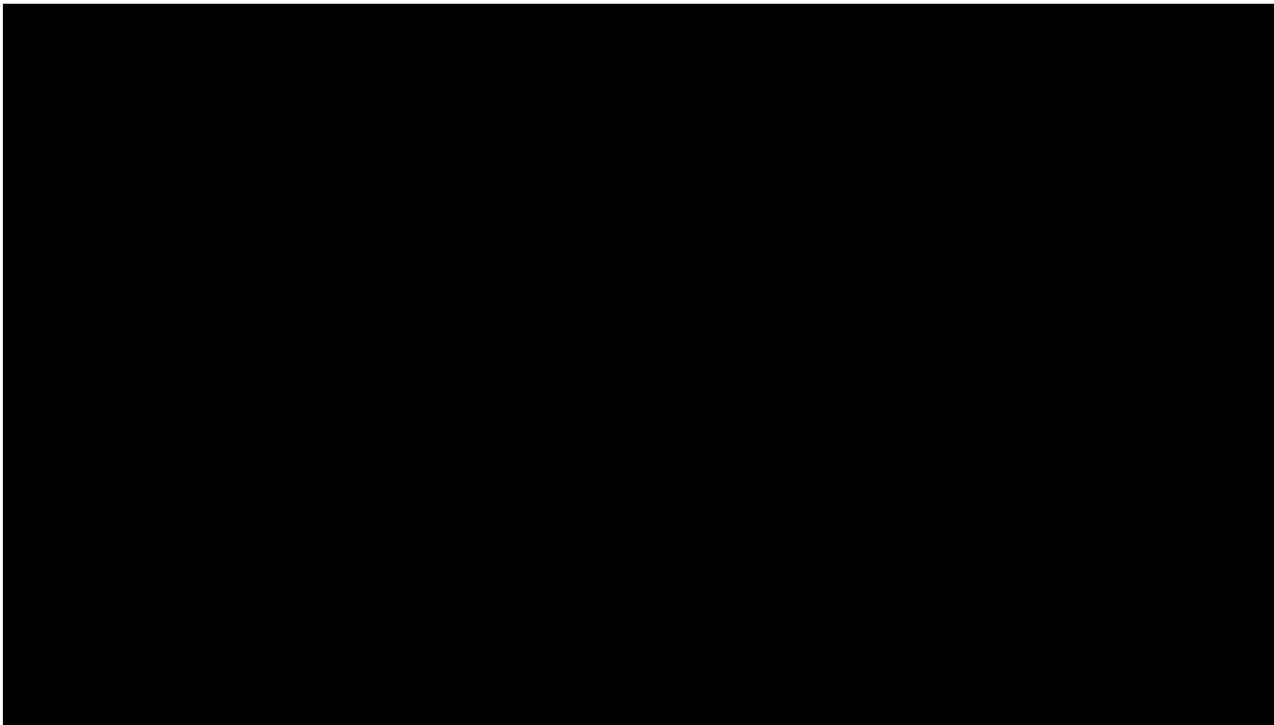
- + WDIw1 Inzien en vaststellen hoe men wiskunde en logisch denken kan gebruiken om het dagelijkse leven op te lossen en daarbij waardering opbrengen voor wis van menselijke inventiviteit
- + WDIw2 Wiskundige kennis en vaardigheden efficiënt en met inzicht hanteren
- + WDIw3 Wiskundige problemen oplossen in betekenisvolle situaties binnen en buiten redeneringen daarbij onderbouwen, vergelijken, bijsturen, weergeven en be
- + WDIw4 Redeneren over wiskundige patronen en verbanden
- + WDIw5 Wiskundige gegevens correct en nauwkeurig interpreteren en wiskundige re verschillende manieren weergeven
- + WDIw6 Inzicht verwerven in de wiskundige gelijkheid en de basisbewerkingen
- + WDIw7 Logisch en algoritmisch denken
- + WDIw8 Geloven in de eigen wiskundige bekwaamheid en groei kracht door actief en

# WeGoSTEM (2017 - )

---

- Prof Francis wyffels en anderen.
- Gebaseerd op Dwengo microcontrollerbord.
- Met input van SheGoesICT, om ICT bij meisjes en vrouwen te promoten.
- Initiatief loopt tijdens de EU Code Week.
- 5,000 kinderen bereikt in 2017, 10,000 in 2018.
- Nu ook initiatieven in Griekenland, Maleisië, Indië, Argentinië, ...







**De robot als leraar of tutor**

# Veranderingen in het onderwijs

- Veranderende demografie
- Toenemende diversiteit
- Lagere budgetten per leerling
- Meer leerlingen per klas
- Een roep naar onderwijs op maat

# Tutor

- Tutor ondersteunt één enkele of een klein groepje leerlingen.
- Intelligent tutoring Systems (ITS) bestaan reeds om aan deze vraag te voldoen.
- Waarom een robot gebruiken? Robots zijn...
  - Duur
  - Moeilijk in gebruik en onderhoud
  - Zorgt voor afleiding



(Institute of Education Sciences - U.S. Department of Education)



(Fumihide Tanaka)

# Atypische curricula

- Curricula of doelgroepen die gebaat zijn bij leren in de echte wereld.
- Software komt niet de echte wereld binnen, robots doen dat wel.
- Nuttig om motorische vaardigheden aan te leren, bv. Handschriftondersteuning, gebruik in de fysiotherapie, ...



(Hood et al., 2015)



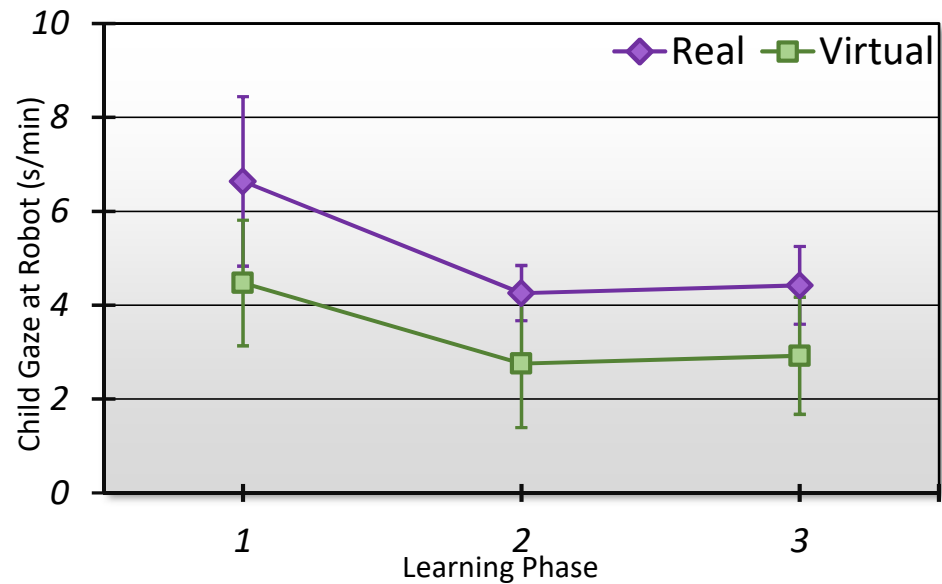
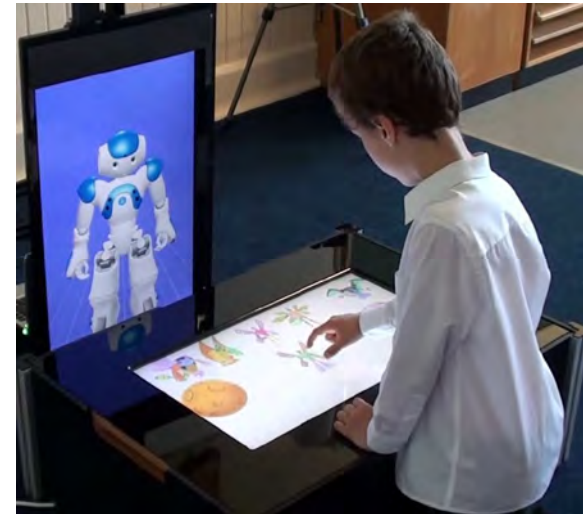
(Belpaeme et al., 2013)

D. Hood, S. Lemaignan, P. Dillenbourg, in *Proceedings of the 10th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction* (ACM, 2015), pp. 83–90.

Belpaeme, T., Baxter, P., Read, R., Wood, R., Cuayáhuitl, H., Kiefer, B., ... & Looije, R. (2013). Multimodal child-robot interaction: Building social bonds. *Journal of Human-Robot Interaction*, 1(2), 33-53.

# Robots hebben impact op sociaal gedrag

- Met een robot vertoont het kind vaak sociaal gedrag dat aan de basis ligt van leren.
- Aandacht, taakspanning, gehoorzaamheid, inschikkelijkheid, leerplezier, ...





## Van een robot leer je meer

Als we eenzelfde les laten geven door software of door een robot, **dan leer je in de meeste gevallen meer van de robot.**

Waarom weten we niet precies, maar de fysieke en sociale aanwezigheid van de robot is waarschijnlijk belangrijk.

# Een voorbeeld

- Leren puzzels oplossen: nonogram

	1	1	2					1
	2	1	1	1	1	4	3	1
	1	3	3	2	3	2	3	3
1 1 3								
1 1 2								
1 1 2								
2 2 1								
1 1								
2 1 2								
7								
6 1								



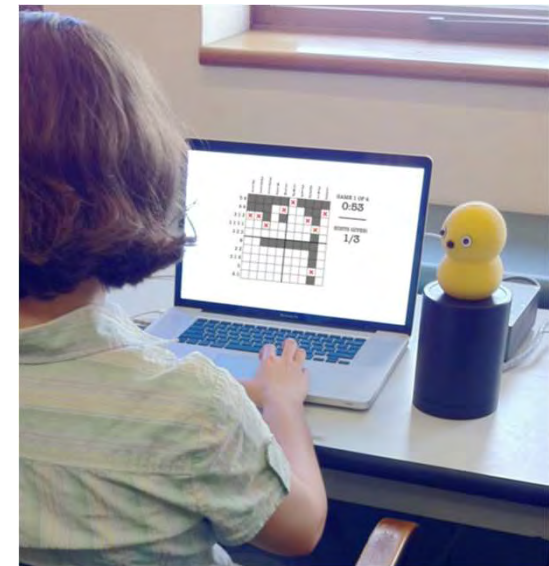
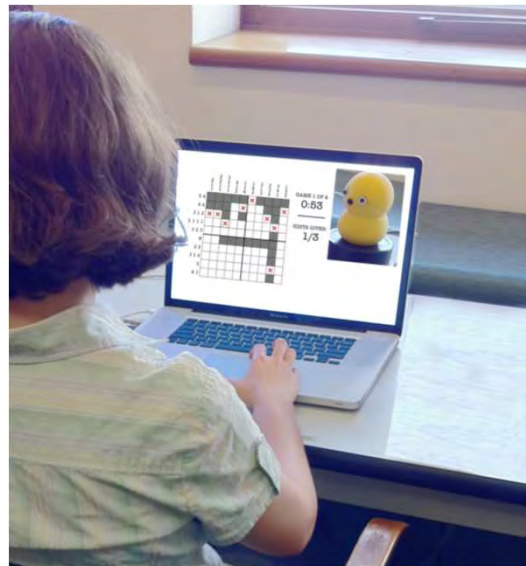
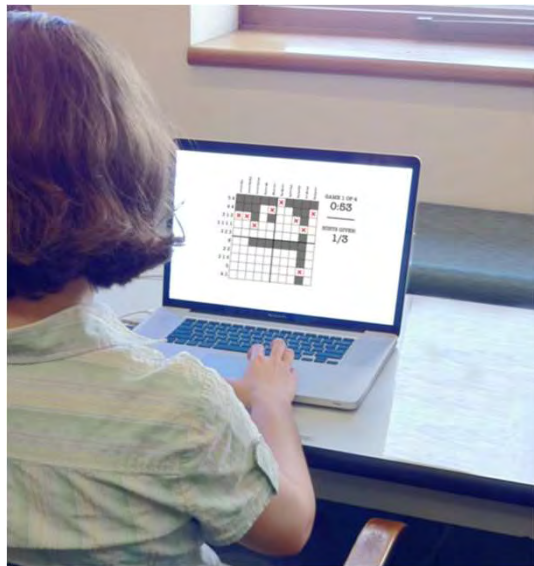
	1	1	2					1
	2	1	1	1	1	4	3	1
	1	3	3	2	3	2	3	3
1 1 3	■	■	■	■	■	■	■	■
1 1 2	■	■	■	■	■	■	■	■
1 1 2	■	■	■	■	■	■	■	■
2 2 1	■	■	■	■	■	■	■	■
1 1	■	■	■	■	■	■	■	■
2 1 2	■	■	■	■	■	■	■	■
7	■	■	■	■	■	■	■	■
6 1	■	■	■	■	■	■	■	■

- De robot leert je strategieën aan om de puzzel op te lossen.



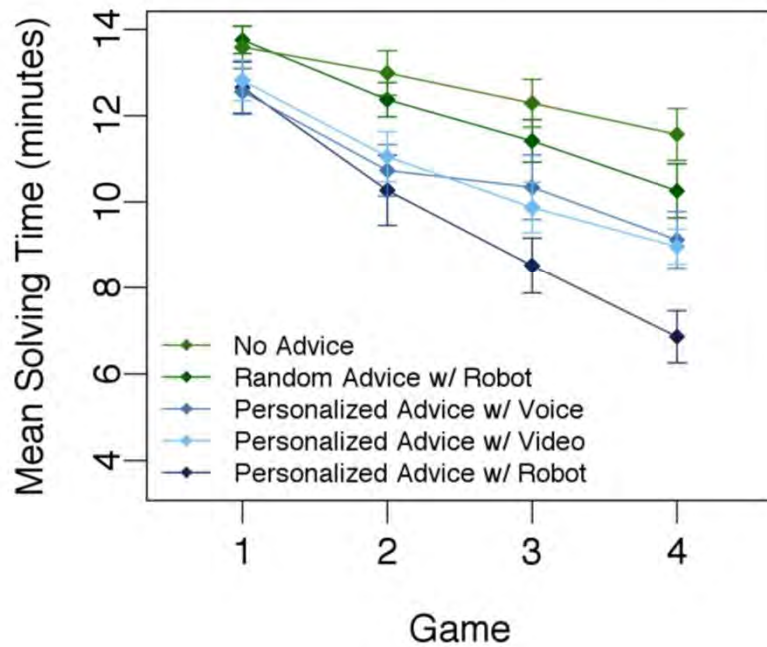
# Drie condities

1. Lessen op de computer
2. Lessen gegeven door een robot op het scherm
3. Lessen gegeven door een echte robot

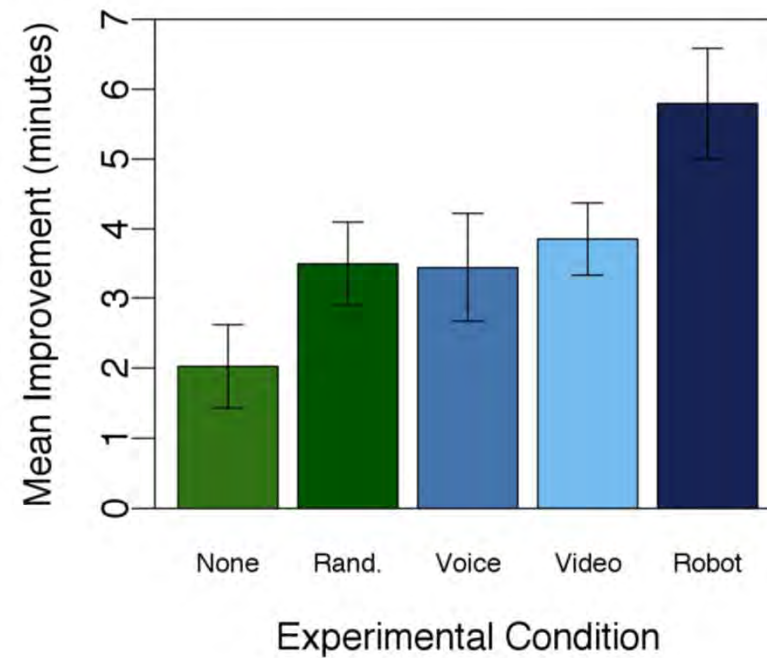


# Echte robot geeft betere resultaten

*Robot Group Solved Puzzles Fastest*



*Robot Group Solved Same Puzzle Faster*



# Breed spectrum van leerdomeinen



# Review on robots for education

SCIENCE ROBOTICS | REVIEW

---

## HUMAN-ROBOT INTERACTION

### Social robots for education: A review

**Tony Belpaeme<sup>1,2\*</sup>, James Kennedy<sup>2</sup>, Aditi Ramachandran<sup>3</sup>, Brian Scassellati<sup>3</sup>, Fumihide Tanaka<sup>4</sup>**

Social robots can be used in education as tutors or peer learners. They have been shown to be effective at increasing cognitive and affective outcomes and have achieved outcomes similar to those of human tutoring on restricted tasks. This is largely because of their physical presence, which traditional learning technologies lack. We review the potential of social robots in education, discuss the technical challenges, and consider how the robot's appearance and behavior affect learning outcomes.

Copyright © 2018  
The Authors, some  
rights reserved;  
exclusive licensee  
American Association  
for the Advancement  
of Science. No claim  
to original U.S.  
Government Works

## Using a Personal Robot to Teach Young Children

THOMAS W. DRAPER  
WANDA W. CLAYTON  
*Early Childhood Education Laboratory  
Brigham Young University*

**ABSTRACT.** Seventy-five preschool children were instructed about birds by a human teacher, a moving personal robot, a stationary personal robot, and a tape recorder. How much the children learned and how much attention the children paid were compared for each type of instruction. The children learned when they were taught by the human teacher and when they were taught by the animated and the stationary robots. The children paid more attention to the live teacher and to the moving robot than they did to the stationary robot or to the tape recorder. The difference between the amount of attention the children paid to the animated robot and the amount of attention they paid to the human teacher was not statistically significant.

**CHILDREN YOUNGER THAN 5 YEARS OF AGE** learn differently from children older than 7 years of age. Young children's learning is more dependent on concrete, three-dimensional illustrations and social factors, such as personal liking of the teacher and animate teaching style, than is the learning of older children (Bredekamp, 1987; Taylor, 1985). Because of the special needs of young learners, many experienced teachers and early childhood education experts have expressed doubts about the value of computer-controlled presentations for teaching young children. Much of the high technology used with young children has been labeled developmentally inappropriate because it consists of messages requiring relatively sophisticated symbolic reasoning, and hypothetical problem solving (Barnes & Hill, 1983; Brady & Hill, 1984; Cuffaro, 1984; Haugland & Shade, 1988; Tan, 1985; Zajonc, 1984). In the present study, we attempted to use technology to teach young children in a manner that is more consistent with the tenets of developmental

*Address correspondence to Thomas W. Draper, Early Childhood Education Laboratory, Brigham Young University, Provo, UT 84602.*

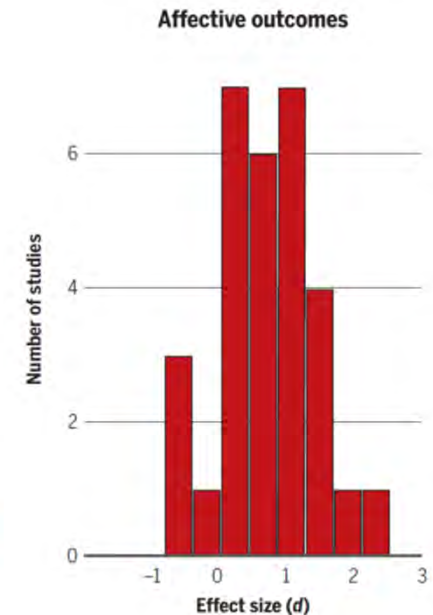
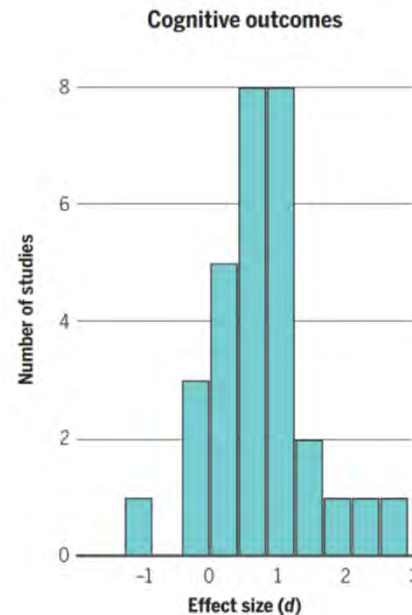


# Vragen

1. **Werkzaamheid.** Wat zijn de cognitieve en affectieve winsten van robottutors?
2. **Interactierol.** Welke rol kan de robot aannemen?
3. **Fysieke robot.** Wat is de impact van het gebruik van een robot in vergelijking met alternatieve technologieën?

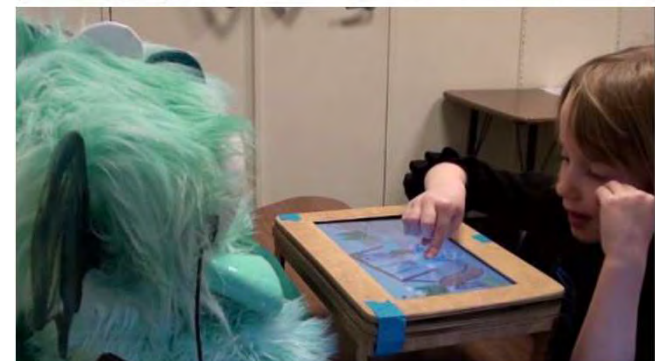
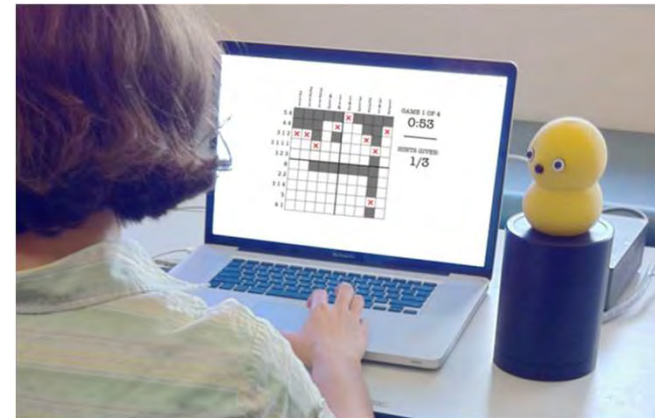
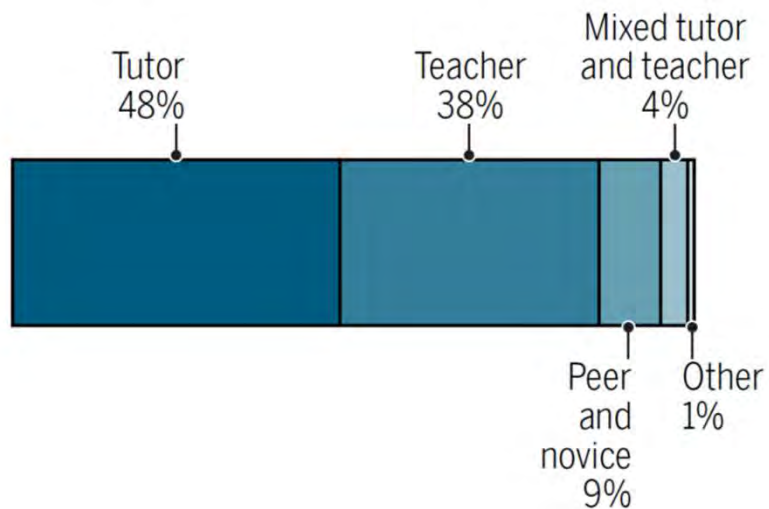
# Effectgroottes van de resultaten

- Effectgrootte Cohen's  $d = \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{\sigma_1}$ 
  - 0.2 = klein
  - 0.5 = medium
  - 0.8 = groot
- 37 resultaten vergeleken een robot met een alternatieve technologie of menselijk bijles.
- **Cognitief  $d = 0,70$**
- **Affectief  $d = 0,59$**
- Menselijke tutor behaalt cognitieve uitkomsten van  $d = 0,79$
- Positieve affectieve uitkomsten betekenen geen positieve cognitieve uitkomsten, of omgekeerd.

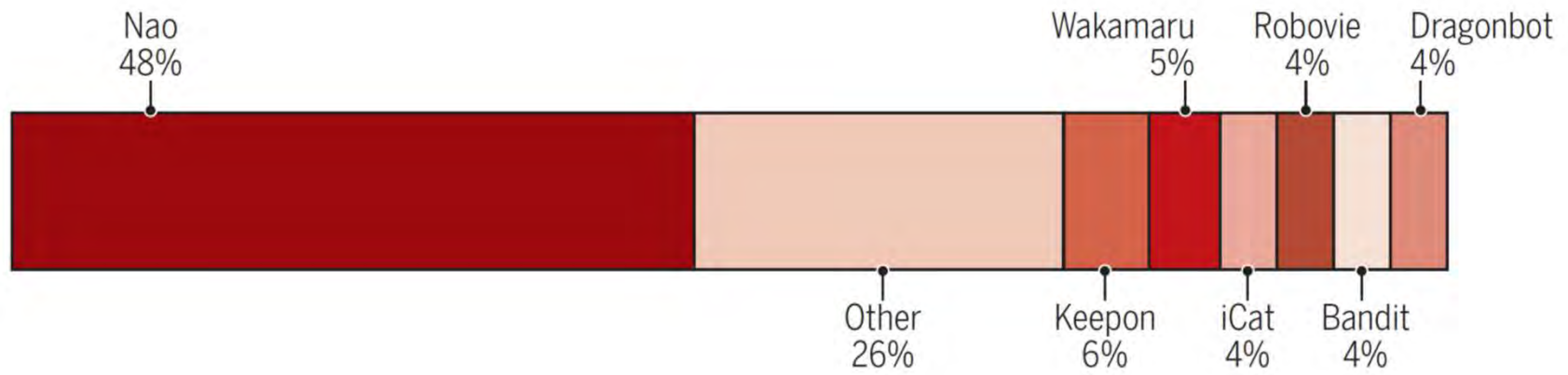


# Rol van de robot

- Tutor
  - Gepersonaliseerd.
  - Kleine groep of één-op-één,
- Assistent
  - Staat de leerkracht bij.
- Gelijke (“peer”)
  - De robot leert ook.



# Robot appearance



# Maakt het uiterlijk van de robot iets uit?



- Cognitive outcome  $d = 0.56$  ( $N = 10$ )



- Cognitive outcome  $d = 0.76$  ( $N = 8$ )

WAARSCHUWING. Directe vergelijkingen tussen verschillende robots zijn moeilijk: studies gebruiken niet hetzelfde experimentele ontwerp, hetzelfde curriculum en dezelfde studentenpopulatie.



# Robots voor taalonderwijs

# Het leren van een tweede taal

- Kinderen zijn erg receptief voor het leren van talen.
  - *Critical Period Hypothesis*: leer een taal voor de puberteit
- 98% van Europeanen wil dat hun kinderen een tweede taal leren.
- De huidige onderwijsaanpak is hoogstwaarschijnlijk niet ideaal voor leren van talen
  - Het “instructionisme” staat mijlenver van hoe we onze eerste en volgende talen leren buiten het onderwijs.
  - Sociale interactie is belangrijk voor taalverwerving.
- Migrantenkinderen hebben baat bij gepersonaliseerd taalonderricht.
  - Met potentieel rendement op de lange termijn

Kuhl, P. K. (2010). Brain mechanisms in early language acquisition. *Neuron*, 67(5), 713-727.

Snow, C. E., & Hoefnagel-Höhle, M. (1978). The critical period for language acquisition: Evidence from second language learning. *Child development*, 1114-1128.

# Sociale robots voor taalonderwijs

- Robots maken één-op-één persoonlijke begeleiding mogelijk.
- Robots laten één-op-één interactie toe.
- Conversatie in context is misschien wel de meest efficiënte manier om talen te leren, robots zouden dit kunnen doen.
- Geduld en herhaling zijn geen probleem.
- Robot voelt geen oordeel.



# Grote uitdaging

---

- Leren van woordenschat is makkelijk, maar daarna stoten we op uitdagingen.
- Leeftijd: start zo vroeg mogelijk, maar de interacties met de robot zijn vaak gestructureerd en daardoor minder geschikt voor jongere kinderen.
- Artificiële intelligentie en technische uitdagingen
  - Spraakherkenning voor kinderen
  - Dialoog
  - Natuurlijke taalverwerking in L1 en doeltaal
  - Sociale signaalverwerking





# Dankjewel

Het L2TOR team, Emily Ashurst, Paul Baxter, Séverin Lemaignan, Brian Scassellati (Yale), Fumihide Tanaka (Tsukuba), Aditi Ramachandran (Yale).

