

TELMME, de interactieve wiskundeomgeving

Wat is TELMME?

Een opmerking die we vaak horen is: “TELMME? Bedoel je soms ‘TELL ME’?” Nee, we hoeven niemand iets te vertellen. TELMME is een acroniem: het staat voor “Technology Enhanced Learning of Mathematics for Master Education”. Een hele mond vol, maar de naam geeft goed aan wat het is, en voor wie het is bedoeld. TELMME is bedoeld voor studenten die een master willen doen. Ze kunnen aan de hand van digitale toetsen achterstanden in hun wiskundekennis achterhalen en deze kennis zonodig bijspijkeren met digitaal oefenmateriaal.

Het doel van TELMME is om de aansluiting tussen bachelors en master te verbeteren. De technische en natuurwetenschappelijke masteropleidingen stellen op wiskundig gebied hoge eisen aan hun studenten. Veel bachelors voldoen simpelweg niet aan deze eisen. Een voorbeeld zijn HBO bachelors die een universitaire master willen doen. In de meeste gevallen zijn HBO bachelors niet direct toelaatbaar, en doen ze daarom een “pre-master”: een schakelcursus waarmee de aansluitingskloof wordt overbrugd. Maar zelfs tussen de HBO bachelor en de pre-master gaapt vaak een flink gat. Het is precies dit gat waar TELMME soelaas kan bieden.

Een ander voorbeeld van een gat in de aansluiting tussen bachelor en master vind je bij buitenlandse studenten die in Nederland een master willen doen. Door de verscheiden-

heid aan opleidingen sluiten de programma's van buitenlandse universiteiten en hogescholen vaak net niet aan op de Nederlandse masters. Omdat al het materiaal Engelstalig is, is TELMME uitermate geschikt voor studenten die de Nederlands taal niet machtig zijn. Maar ook Nederlandse bachelors die een niet geheel aansluitende master willen doen kunnen baat hebben bij de oefeningen die TELMME aanbiedt.

Wat zit er allemaal in TELMME?

TELMME omvat drie domeinen: analyse, lineaire algebra en stochastiek. De stof omvat ruwweg de wiskunde die in de propedeuse aan universitaire bachelorstudenten wordt aangeboden. De opgaven variëren van eenvoudige sommen, waarin de basisvaardigheden kunnen worden geoefend, tot uitgebreide opgaven waarbij de student zorgvuldig een goede oplossingsstrategie moet kiezen om tot het juiste antwoord te komen. Voor de meeste opgaven geldt dat je ze niet uit het hoofd kunt maken. Het is daarom belangrijk de opgaven eerst op papier uit te werken.

De meeste opgaven zijn van het type ‘open antwoord’, dat wil zeggen dat het antwoord als wiskundige formule moet worden ingevuld. Bij multiple-choice opgaven hebben de studenten nogal eens de neiging naar het antwoord te raden als ze het even niet weten, maar bij ‘open antwoord’ opgaven is dat zinloos.

Differentiate the following function

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt[3]{9 + x^6}}$$

$f'(x) =$



Submit Hint

Figuur 1: een eenvoudige opgave

Om variatie in de opgaven aan te brengen kunnen parameters worden gerandomiseerd. Denk aan een opgave waarbij gevraagd wordt om een 2×2 matrix te invertieren. De elementen van de matrix kunnen random worden gekozen. Uiteraard is er het nodige kunst en vliegwerk voor nodig om er voor te zorgen dat de matrix inverteerbaar is, en dat zowel de matrix als zijn inverse 'gemakkelijke' getallen heeft. Gelukkig kan dit werk worden uitbesteed aan een op de achtergrond opererend computer algebra systeem.

We geven twee voorbeelden van opgaven zoals die uit TELMME kunnen rollen. Eerst een eenvoudig sommetje (zie figuur 1). Dit is een oefening in het toepassen van de kettingregel. Het antwoord kan worden ingegeven met behulp van het menu, maar het kan ook met het toetsenbord. Dat gaat doorgaans sneller, maar het vergt wat oefening om de syntax onder de knie te krijgen. In de praktijk blijkt dat geen problemen op te leveren, veel studenten hebben een voorkeur voor het invoeren met het toetsenbord.

In TELMME maakt het overigens niet uit in welke vorm je het antwoord giet. Om het antwoord te beoordelen wordt op de achter-

grond gebruik gemaakt van Mathematica. De volgende antwoorden worden dan ook allebei goed gerekend:

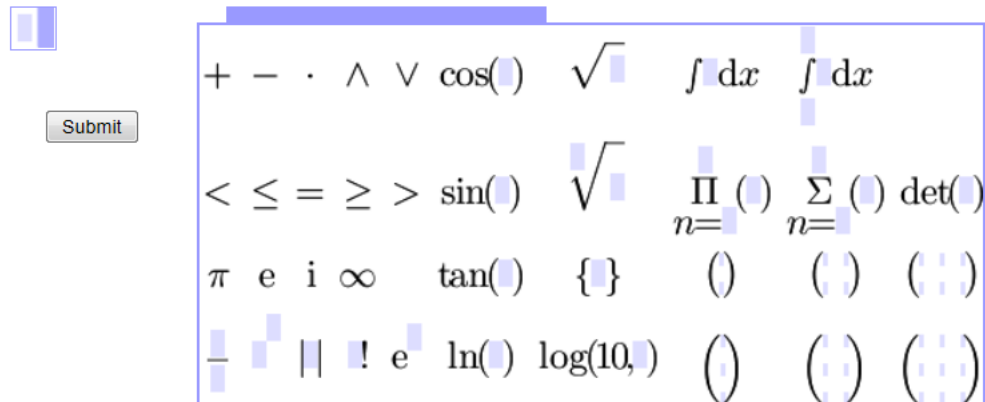
$$\frac{-1}{3} \cdot (9+x^6)^{\frac{-4}{3}} \cdot 6 \cdot x^5 \quad \frac{-2x^5}{\sqrt[3]{9+x^6} \cdot (9+x^6)}$$

Een meer bewerkelijke opgave is de opgave van figuur 2. Bij deze som moet er twee keer partieel worden geïntegreerd. Terwijl de opgave van figuur 1 met een beetje moeite nog wel uit het hoofd is te doen, moet je bij de opgave van figuur 2 toch echt wel pen en papier gebruiken. Wat dat betreft is de computer genadeloos: alleen het juiste antwoord wordt goed gerekend, en een klein rekenfoutje leidt tot een negatieve beoordeling van TELMME. Dat lijkt streng, maar hierdoor leren studenten wel nauwkeurig te werken.

TELMME opgaven kunnen op twee manieren worden gebruikt: als toets en als studiemateriaal. Als studenten TELMME gebruiken studieinstrument kunnen ze er voor kiezen om het systeem gerichte feedback te laten geven. Bij een fout antwoord krijgen ze dan informatie over wat er fout is gegaan. Als dat niet helpt is er de mogelijkheid om een

Calculate:

$$\int x^2 \cdot \cos(2 \cdot x) dx =$$



Figuur 2: een iets minder eenvoudige opgave

uitwerking van de opgave te krijgen. Als de opgaven in toetsmodus worden gebruikt is er uiteraard geen mogelijkheid tot het verkrijgen van een antwoord of feedback.

Voor wie is TELMME?

TELMME is in eerste instantie gemaakt voor HBO bachelors die een universitaire master gaan doen. Maar de verzameling opgaven waar TELMME uit put is algemeen en breed genoeg om ook andere doelgroepen te bedienen. TELMME is dan ook niet een afzonderlijk project, maar is onderdeel van een veel groter plan waarbij alle wiskunde die in de bachelor fase van alle technische studierichtingen online beschikbaar wordt gemaakt. Zo ver is het nog niet, maar de domeinen die nu in TELMME zijn opgenomen vormen een goed begin.

Naast de studenten is er nog een andere groep die je als gebruiker van TELMME kunt opvatten: de docenten. Zij zijn het die uit het totale aanbod van opgaven een keuze maken, en groepen opgaven samenstellen tot afzonderlijke lessen. Voor dit doel is een tool ontwikkeld die docenten in staat stelt om met een

paar muisklikken de gewenste opgaven aan hun lespakket toe te voegen. De lespakketten worden samengevoegd tot een SCORM package, een bestandsformaat dat in veel in het onderwijs gebruikte software afgespeeld kan worden. Voor TELMME is een op Moodle gebaseerde leeromgeving gemaakt, waarmee docenten rondom de SCORM packages complete lessen kunnen bouwen. In figuur 3 is een screenshot te zien van een van de TELMME lessen.

Wat gebeurt er op de achtergrond?

TELMME is een web service die met de meeste gangbare browsers te gebruiken is. De technologie achter TELMME is gebouwd met MathDox, een op XML gebaseerd document formaat waarmee interactieve wiskundige web pagina's kunnen worden gemaakt. Binnen MathDox worden allerlei taken uitgevoerd door services die verantwoordelijk zijn voor een goede afhandeling van de bewerkingen die op de wiskundige objecten worden toegepast. Zo is er de mogelijkheid om een

Figuur 3: voorbeeld van een TELMME les

computer algebra systeem in te zetten voor de evaluatie van het antwoord. Maar ook de interactie met de gebruiker door middel van input en output web-pagina elementen wordt door MathDox aan de server doorgegeven. MathDox is als het ware de spin in het web die de contacten onderhoudt met alle diensten die worden ingezet bij de afhandeling van de interactie met een TELMME pagina. Dit alles heeft tot gevolg dat het maken van een opgave voor TELMME een tijdrovende en ingewikkelde klus is. De auteur moet, naast een goed wiskundige, ook vaardig zijn in een heel scala van programmeervaardigheden en technieken. Een opgave schrijven in XML is geen sinecure! Gelukkig wordt er hard gewerkt aan de mogelijkheid om opgaven te schrijven in een op LaTeX gebaseerd dialect. Omdat veel auteurs vertrouwd zijn met LaTeX wordt hierdoor de werklast drastisch omlaag gebracht. Dat gezegd hebbende blijft het nog steeds zo dat een TELMME auteur van veel markten thuis moet zijn.

Help het?

Het ontwikkelteam heeft TELMME uitgebreid getest. Bij een aantal vakken, gegeven door meerdere studierichtingen van de drie TU's is TELMME aangeboden. Dit varieerde van vrijwillige deelname aan online aangeboden cursussen tot strak ingeplande modules die onder begeleiding van docenten gemaakt moesten worden. Bij sommige vakken werd bovendien een beloning voor deelname in het vooruitzicht gesteld, doorgaans in de vorm van een kleine bonus bij het tentamen.

Bij de testvakken zijn behaalde studieresultaten en deelname aan TELMME met elkaar vergeleken. Er blijkt een duidelijke relatie te bestaan tussen slaagkansen voor tentamencijfers en het gebruik van TELMME. Hoewel er geen oorzakelijk verband is aangetoond zijn de resultaten overwegend positief. De conclusie is dat een elektronische leeromgeving een nuttige aanvulling is op bestaand lesmateriaal.

Tot slot

Het TELMME project wordt in september van dit jaar afgerond. TELMME is 'werk in uitvoering': nog niet alles loopt gesmeerd en er wordt nog volop getest en geëvalueerd. Maar er is leven na TELMME. Het is onderdeel van een veel groter project, waartoe ook

bijvoorbeeld WortelTUE behoort. De ontwikkeling van de MathDox omgeving gaat gestaag door. Beschouw TELMME dan ook niet als een eindproduct, maar als startpunt voor een veel grotere samenhangende interactieve leeromgeving waarin de wiskunde de hoofdrol speelt.

Links

TELMME : <http://www.telmmme.nl/>
MathDox : <http://dam02.win.tue.nl/new-web/index.html>
Projectinformatie : <http://www.telmmme.tue.nl/>
WortelTUE : <http://wortel.tue.nl/>