02-95

SCHEURKALENDER Natuur en Techniek 2003

'VOETBAL EN TECHNOLOGIE'-week

** Deze voetbal-en-technologie'-week is samengesteld door prof. dr. ir. Bart De Moor van het Departement Elektrotechniek, afdeling ESAT-SCD, van de Katholieke Universiteit Leuven, België.*

ESAT-SCD / K.U.Leuven
Kasteelpark Arenberg 10
B-3001 Leuven
België

T: +32-(0)16321709
F: +32-(0)16321970
M: +32-(0)475287052
E: bart.demoor@esat.kuleuven.ac.be
W: http://www.esat.kuleuven.ac.be/~demoor

Leuven, juni 2002

Maandag

Citaat

"Iedere menselijke aktiviteit, en voetbal is er één van, berust op een wetenschappelijke gedachte.'

Valeri Lobanovski(1939-2002)

Tweemaal veroverde Dynamo Kiev de Europabeker voor Bekerwinnaars, in 1975 en in 1986. Tweemaal gebeurde dit onder dezelfde legendarische coach: Valeri Lobanovski. Toen hij stierf in mei 2002, schorste het parlement van Oekraïne zijn zitting en sprak de president een in memoriam uit. Lobanovski was één van de eerste trainers die de tegenstander grondig en koel bestudeerde, wat hem de bijnaam 'sfinx' opleverde. Wedstrijden werden live bekeken, opgenomen op video en vervolgens volledig gekwantificeerd: hoeveel voorzetten, hoeveel doeltrappen, en van wie ? De precieze opbouw van een aktie; De fysieke en technische complementariteit van spelers; Balbezit, duels, waar en wanneer ? Spelers kregen deze wijsheden ingelepeld met video, lessen en informatiemappen. Lobanovski hechtte dan ook meer geloof aan collectiviteit dan aan individualiteit: "Sterspelers zoals Ronaldo vertragen de ontwikkeling van het voetbal", is maar één van zijn boude uitspraken. De aller-individueelste Brazilianen zullen het graag horen ! Maar dat ook de weten-schappelijke methode niet altijd garanties biedt, bewijst de nederlaag van de USSR onder zijn leiding in de kwartfinales op het WK in Mexico, tegen ... België.
Nog steeds wordt intensief onderzoek verricht naar beeldverwerkingssystemen voor analyse van voetbalwedstrijden: Uit beelden van statische camera's worden de coördinaten gedistilleerd van alle spelers (in 2 dimensies) en van de bal (in 3-D). Balbezit, fysieke performantie van spelers (afgelegde weg en veldbedekking, snelheidsprofielen, acceleratievermogen), complementariteit van spelers (technisch, fysiek, tactisch), team-performantie en –strategie, correlatie-analyse met het opgegeven spel-systeem, virtuele visualisatie-technieken (visualizering van spelfazes uit andere gezichtspunten, ook voor video-games): dit alles is gebaseerd op de coördinaten van spelers en bal.

Dinsdag

Vraag

Is een voetbal rond ?

Antwoord

Een voetbal bestaat uit 12 gelijkzijdige vijfhoeken en 20 gelijkzijdige zeshoeken. Deze vijf- en zeshoekjes hebben niet dezelfde afstand tot het centrum van de bal. Een voetbal is dus niet zo rond als men denkt. De spanning op de zeshoeken is groter dan deze op de vijfhoeken, waardoor de bal harder stuitert op een zeshoek, die daardoor ook vlugger slijt. Merkwaardig genoeg bestaat er een kristalvorm van koolstof, *buckminster fullereen* genaamd, dat pas voor het eerst gesynthetiseerd werd in 1985 en waarvan de moleculen (de zogenaamde bucky-balls) de vorm hebben van een voetbal-bal: 60 koolstofatomen 'bol-symmetrisch' gerangschikt in 12 vijf- en 20 zesringen. Buckyballs zijn harder dan diamant en kunnen kleinere moleculen omvatten. Toepassingen in de geneeskunde en de fotofysica liggen in het verschiet. Buckminster Fuller (1895-1983) was de ingenieur-architect, die als eerste de zogenaamde 'geodetische dome' (een lichte doch uiterst sterke gigantische halve bol, bestaande uit vijf- en zeshoeken, bvb. voor de overkoepeling van sportstadions) ontwierp en liet bouwen.

Woensdag

Vraag

Hoe betere ballen ontwerpen ?

Antwoord

Steeds beter worden de ballen in het voetbal. Waarom zou een ploeg massa's geld investeren in topspelers, als de baan en het botsgedrag van een bal deels aan toeval zou te wijten zijn ? Een 'klassieke' voetbal met 12 gelijkzijdige vijfhoeken en 20 dito zeshoeken is immers niet volledig rond noch symmetrisch. Bij de geoctrooieerde GeoDesign-voetbal, gebruikt in verschillende Europese landen, waaronder België en Nederland, blijven de vijfhoeken gelijkzijdig, maar de symmetrie van de zeshoeken wordt opgegeven. Op de 'Questra-bal', die gebruikt werd op het WK 1994 in de VS, was een laagje polyurethaan aangebracht. Daardoor was de Questra 5 % sneller dan de WK-bal 'Etrusco Uno' van het WK 1990 in Italië. Onder de 32 vijf- en zeshoekjes van de 'Tricolore-bal' van het WK 1998 in Frankrijk, zit een laagje syntactisch schuim (piepkleine ballonetjes gevuld met gas), dat de bal zachter en sneller maakt dan de Questra. De Feverno-bal van het WK 2002 in Japan/Korea is de beste ooit, zo wordt beweerd. De bal is nog 10 % sneller dan de Tricolore en, volgens sommigen, 25 % preciezer. Hij voelt lichter aan dan de reglementaire 430 gram die hij weegt. Bovendien neemt hij totaal geen vocht op en is de vorm voor alle ballen identiek en onveranderlijk. Zijn gouden kleur symboliseert de samenwerking tussen Japan en Korea, met rode vlammen als symbool voor de energie en een radachtige driehoek die verwijst naar de technologische realisaties van beide landen.

Donderdag

Vraag

Wie is het fitst: Een voetbalspeler of de scheidsrechter ?

Antwoord

Voetballers leggen gemiddeld 10 km af per wedstrijd, waarvan slechts 2 % in balbezit of amper 200 meter! Wandelen doen ze ongeveer 30 % van de tijd, joggen 50 % (om de 30 seconden) en (hard-)lopen 20 % (om de 90 seconden). De hartslag kan gaan tot 160 slagen per minuut. Zelfs de keeper legt zo'n 4 kilometer af, waarvan 400 meter in balbezit (meer dus dan de gemiddelde speler). Maar het spel zelf ligt veel stil: Voor een typische match bedraagt de zuivere speeltijd slechts zo'n 60 min ! Minder bekend zijn de prestaties van een scheidsrechter. Hij legt ongeveer dezelfde afstand af als de spelers (tussen de 7 à 12 kilometer per match), in dezelfde verhouding van wandelen, joggen en lopen, maar presteert een hoger aantal activiteitswissels, d.w.z. overgangen daartussen. In tegenstelling tot de spelers lopen scheidsrechters gemiddeld 10 % van hun kilometers achteruit. Bovendien moet de 'scheids' twee à drie beslissingen nemen per minuut, waarvan het merendeel de wedstrijd kan bepalen. Deze beslissingen worden best genomen op niet meer dan vijftien meter afstand van de aktie. Bovendien moeten scheidsrechters bewegen op 'diagonale looplijnen', tussen twee tegenoverliggende cornervlaggen, om optimaal te oordelen en te communiceren met de assistent-scheidsrechters. Dit alles gebeurt onder grote psychische druk, veroorzaakt door striemende fluitconcerten, onvriendelijke spreekkoren, aggressieve en opgeladen spelers, onder het oog van soms wel 1 miljard TV kijkers. Er bestaat een duidelijke correlatie tussen de hartslag van de scheidsrechter, en belangrijke ingrijpende beslissingen zoals het geven van een rode kaart. Scheidsrechters moeten dus zeker over een uitstekende fysieke conditie beschikken, met drie à vier trainingen per week en aangepaste voedingsschema's. Jaarlijks organiseert de UEFA dan ook zogenaamde 'clinics' voor haar 50 beste scheidsrechters.

Vrijdag

Vraag

Wie op 1 augustus wordt geboren heeft een grotere kans om topvoetballer te worden dan wie op 31 juli wordt geboren. Juist of fout ?

Antwoord

Deze merkwaardige thesis volgt uit een onderzoek van de Belg Verhulst in een studie uit 1992 en werd ook bevestigd door een bijkomend onderzoek van de Nederlandse Werkgroep Voetbal & Statistiek in 1996. De typische maanden waarin topvoetballers uit Nederland en België geboren worden, wijken af van het patroon van de gewone bevolking. Nederlandse en Belgische topvoetballers zijn relatief vaak in augustus geboren, en ook wel in oktober, in tegenstelling tot de 'gewone' bevolking, waarbij de meeste baby's in het voorjaar worden geboren en weinig in het najaar. Jongetjes geboren in de maand juli behalen relatief minder de voetbaltop. Hoe kan dit ? De reden schijnt te zijn dat de voetbalcompetitie meestal begint in augustus. Dit impliceert dat alle jongens geboren tussen 1 augustus en 31 juli daaropvolgend, meestal op hetzelfde competitieniveau spelen. Maar de spelertjes geboren in augustus zijn gemiddeld ouder dan en fysiek superieur aan hun teamgenoten geboren in juli van het jaar daarop. Daardoor is de kans groter dat de juli-jongens de moed verliezen. Bijkomend bewijs van deze hypothese werd geleverd door de Amsterdamse psycholoog Dudink, uit een analyse van de Engelse competitie, die in september begint. Engelse topvoetballers verjaren opvallend meer in september en november. Eén en ander gaat echter minder goed op voor de Braziliaanse competitie, die in januari begint. Maar blijkbaar kunnen Braziliaanse spelers veel gemakkelijker liegen over hun leeftijd (door hun identiteitspapieren te verliezen en vervolgens nieuwe aan te vragen).

Zaterdag

Vraag: Hoe is voetbal ontstaan ?

Antwoord:

Waren het de Egyptenaren (met voetballen van linnen, gevuld met gesneden riet en stro), de Romeinen (met voetballen van varkensblazen) of de Inca's (met voetballen van rubber van de rubberboom)? De precieze ontstaansgeschiedenis van voetbal zal wel niemand ooit kennen. Maar in het Italiaanse Firenze wordt jaarlijks het *Calcio Storico* gespeeld, het Historisch Voetbal, en dit reeds 700 jaar. Elk jaar op 24 juni, de feestdag van Johannes De Doper, de beschermheilige van Firenze, bekampen twee wijken elkaar: Die van Santa Croce, in het blauw, en die van Santa Maria Novella, in het rood. Strijdtoneel is de Piazza Santa Croce, aan de voet van de kerk met het graf van Galileo Galileï en Nicolo Machiavelli. Elk team probeert de bal bij de tegenpartij over de achterlijn te werken, en zowat alles is toegelaten ! De speler in balbezit loopt rond over het achterveld, beschermd door enkele 'bodyguards', die iedere tegenstander die te dicht in de buurt komt, (letterlijk) in het zand doen bijten. Zo nu en dan wordt een uitbraak gewaagd, die bijna steevast eindigt in een berg van vlees: Nietsontziend stort men zich op de speler in balbezit. De teams hebben geen keeper, maar wel een vlaggenzwaaier, wiens enige taak het is de vlag op de achterlijn hoog te houden. Bij een doelpunt wisselen de ploegen van helft. Enkel de vlaggenzwaaier van de scorende ploeg mag zijn vlag in de lucht laten wapperen. Bij elk doelpunt wordt een kanon afgevuurd, zodat de hele stad weet wanneer er gescoord is. Voetbal, een feest !

Zondag

Vraag:
Hoe berekent een voetbalspeler het trajekt van de bal ?

Antwoord:
Traptechnieken worden met computers geanalyseerd: Uit twee videobeelden (stereo-visie) worden de coördinaten van opeenvolgende posities van de bal bepaald. Vervolgens berekent de computer de wiskundige vergelijking van de kromme door die punten, en nog veel meer: Wat is de maximale kromming van 'in-' of 'out-swinger ? Wat zijn de snelheid en de versnelling van de bal over het traject ? Blijkt dat vele parameters belangrijk zijn: Op welke plek raakt de voet de bal? Tegen welke snelheid ? Wat is de positie van de voet: buitenkant, binnenkant of tip ? Hoe verandert de luchtstroming rond de bal ? In het begin van het traject, bij een voldoende hoge snelheid boven het zogenaamde kritische Reynoldsgetal, is deze 'laminair' (laagsgewijs) en neemt daardoor de luchtweerstand met 75 % af. Maar naarmate de bal vertraagt, wordt de luchtstroming turbulenter (woeliger). Wanneer de bal daarenboven spint, ontstaan drukverschillen (het zogenaamde 'Magnus-effect'), waardoor de bal in een bepaalde richting wordt gestuwd. Het resultaat is een baltrajekt in de vorm van een banaan. Om dit alles te berekenen via de wetten van de vloeistofdynamika, heeft een computer ettelijke uren nodig. Een speler met ervaring – zoals David Beckham – doet dit in een fractie van een seconde: Hij trapt de bal aan, op de juiste plek (de zogenaamde 'sweet spot'), met de voet in de juiste stand, mikt op een meter boven de dwarslat, geeft de bal een beginsnelheid van grosso modo 125 km/h, zwiept hem over het klassieke muurtje, en spint de bal zó dat die twee meter voor het doel plots in de winkelhaak draait. Goal !