

# Robotický fotbal má nového mistra světa

Soutěže servisních robotů pořádané od roku 1997 celosvětově i na národních úrovních mezinárodní organizací RoboCup ([www.robocup.org](http://www.robocup.org)) velmi aktivně podporují výzkum, vývoj a vzdělávání v oboru umělé inteligence a robotiky. Ve světě jsou velmi populární zejména díky soutěžím v robotickém fotbale s nanejvýš ambiciózním cílem: do roku 2050 vyvinout humanoidní roboty, které budou schopny porazit mužstvo v té době nejlepších fotbalistů světa.

Mistrovství světa RoboCup se koná každý rok v jiné zemi. Letošní, v pořadí již 22. ročník mezinárodní soutěže v robotickém fotbale se uskutečnil pod názvem *RoboCup 2018* ve dnech 18. až 22. června 2018 v kanadském městě Montreal, poprvé na kanadské půdě. Soutěží v robotickém fotbale a v příružených aplikačně orientovaných ligách se ho se svými týmy robotů zúčastnilo více než 4 000 odborníků, studentů a žáků ze 35 zemí. Aktivní účastníci představili na 5 000 robotů špičkové technické i programové úrovně, které přesvědčivě demonstrovaly, co vše již moderní servisní robotika dokáže. Vedle náročných soutěží bylo součástí akce také odborné sympozium, na kterém byly prezentovány a diskutovány nejnovější poznatky a zkušenosti z oboru umělé inteligence a robotiky (<http://www.robocup2018.com>).

## Robotický fotbal: souboj algoritmů

Jako obvykle se i v Kanadě hlavní pozornost soustředila na soutěže v robotickém fotbale pořádané v několika výkonnostních třídách jako neoficiální mistrovství světa. K nejsledovanějším patřilo mistrovství světa fotbalových robotů ve třídě *Standard Platform League* (dále jen *standardní liga*), která je charakteristická tím, že všechna soutěžící družstva používají stejný model robotu, a sice humanoidní robot Nao z produkce firmy Softbank Robotics. Roboty jednotlivých družstev se liší pouze softwarem, který soutěžící družstva pro své roboty vyvinula. Proto se soutěž ve standardní lize často označuje jako „souboj algoritmů“. Díky propracovanému softwaru působí roboty Nao ve hře zcela autonomně. V jednom družstvu hraje pět robotů, zápas trvá dvakrát deset minut a hraje se na hřišti s umělým travnatým povrchem.

V letošním finále soutěže ve standardní lize se v boji o titul mistra světa v robotickém fotbale střetla dvě německá družstva: obhájce titulu družstvo B-Human z Brém [1] a družstvo Nao-team HTKW (*Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur*) z Lipska. Ve vzrušujícím finále vybojovalo 21. června 2018 svůj první titul mistra světa v robotickém fotbale družstvo Vysoké školy pro techniku, hospodářství a kulturu HTWK (*obr. 1*), které, jako úřadující mistr Německa, zvítězi-

lo v Montrealu jenom těsně 1 : 0 nad svým dlouholetým „obávaným“ protivníkem, šestinásobným mistrem světa, družstvem B-Human (*obr. 2*), společným týmem univerzity



Obr. 1. Družstvo Nao-team HTKW poprvé získalo v Kanadě titul mistra světa (foto: Nao Team der HTKW Leipzig)



Obr. 2. Družstvo B-Human se muselo v soutěži o titul mistra světa spokojit s druhým místem (foto: Universität Bremen/DFKI)

v Brémách (*Universität Bremen*) a Německého výzkumného centra pro umělou inteligenci (*Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz – DFKI*). Vítězná branka padla teprve ve druhém poločase, v napínavém utkání se družstvu B-Human téměř podařilo ještě vyrovnat, ale skvělý zákrok lipského brankáře tomu v poslední sekundě zabránil. Třetí místo v soutěži o titul mistra světa obsadilo čínské družstvo TJArk (*College of Electronics and Information Engineering, Tongji University, Čína*).

Radost vítězů byla obrovská: „Po devíti letech účasti ve standardní lize jsme přirozeně mimořádně šťastni, že můžeme stát na stupních vítězů nejvýše. Finále bylo velmi napínavé a rozhodně zajímavé bylo vidět zcela odlišné taktiky obou týmů. Náš tým vynikal v technice driblování s míčem, naproti tomu družstvo B-Human spoléhalo na svoje dlouhé, přesné kopy. Tyto střely dokázaly naši obránci a především náš skvělý brankář bravurně zachytit,“ komentoval finálový zápas Rico Tilgner, vedoucí družstva Nao-team HTWK.

## Doplňkové soutěže a nová pravidla hry ve standardní lize

Podobně jako již v uplynulém roce v Japonsku byla i v Kanadě na programu soutěž tzv. smíšených družstev (*Mixed Team Competition*), ve které proti sobě nastupují družstva složená z robotů vždy ze dvou regulárních mužstev. Každé družstvo přitom může postavit tři hráče. Družstvo B-Human společně s družstvem UNSWift ze Sydney vytvořily smíšené družstvo *B-Swift*, které soutěž smíšených družstev s přehledem vyhrálo (*obr. 3*). Také v tzv. technické soutěži (*Technical Challenge*), kde letos opět šlo zejména o střelení jedenáctimetrových pokutových kopů, vyhrálo družstvo B-Human.

Abyste podmínky utkání robotů ještě více přiblížily podmínkám skutečných fotbalových zápasů, bylo i letos o pravidel hry ve standardní lize přidáno několik novinek. Před-

evším jde o zavedení volných přímých kopů a brankářských výkopů, čímž výrazně vzrostly požadavky na týmovou souhru. Současně byla redukována užitá šířka pásma komunikace v místní rádiové síti (WLAN) mezi roboty o téměř dvě třetiny, čímž nově musí komunikace v týmu probíhat mnohem kompaktnějším způsobem. Také budou nadále přísněji trestány fauly, a to tak, že trestná doba se s každým dalším faulem téhož hráče citelně prodlužuje.

## Německé družstvo zvítězilo i v humanoidní lize

Pozoruhodné výsledky zaznamenalo rovněž družstvo NimbRo univerzity v Bonnu (*Universität Bonn*) v humanoidní lize, ve které proti sobě nastupují družstva individuálně zhotovených humanoidních robotů, které se na hřišti také zcela autonomně pohybují. Soutěže jsou pořádány ve třech velikostních kategoriích, podle výšky robotů, ve třídách *KidSize* (výška pod 60 cm), *TeenSize* (výška 100 až 140 cm) a *AdultSize* (výška přes 130 cm). Bonnské družstvo NimbRo členů pracovní skupiny pro autonomní inteligentní systémy Ústavu pro informatiku univerzity v Bonnu pod vedením prof. Svena Behnke (*obr. 4*) letos uspělo v obhajobě titulu mis-



*Obr. 3. V soutěži smíšených družstev zvítězilo německo-australské družstvo B-Swift (foto: Universität Bremen/DFKI)*

ta světa v kategorii humanoidních robotů ve třídě *AdultSize*, který získalo v roce 2017 v japonském městě Nagoja. Vedle fotbalového turnaje, ve kterém každé mužstvo může postavit jen jednoho hráče, se v tomto roce poprvé konal turnaj *Drop-in*, kde spolu hrají vždy dva hráči z různých mužstev.

## Úspěch nové generace robotů

V soutěži byl poprvé použit nově vyvinutý humanoidní robot NimbRo-OP2X nové generace, který je oproti modelu z předešlého roku vybaven rychlejším palubním počítačem a výkonnější grafickou kartou ke zrychlení paralelních výpočtů pro vizuální vnímání herní situace. Jeho klouby jsou navíc poháněny inteligentními akčními členy nové řady. Ozubená kola převodů a celá nosná struktura robotu jsou vyrobeny technikou 3D tisku.

Nový robot se výtečně osvědčil, zejména díky učícímu se systému vnímání herní situace. V turnaji *Drop-in* dosáhlo bonnské družstvo NimbRo v pěti zápasech skóre 27 : 1 a zvítězilo jasně s 51 body před družstvem Sweaty z Hochschule Offenburg (29 bodů). V předkole hlavního turnaje dosáhlo družstvo NimbRo ve třech zápasech skóre 16 : 0. Ve čtvrtfinále zvítězily roboty z Bonnu nad japonským družstvem CIT Brains & Team KIS přesvědčivě také 16 : 0. V polofinále narazilo družstvo NimbRo na družstvo Tsinghua Hephaestus z Číny. Hra byla velmi napínavá, protože čínské roboty měly velmi vytrvalý

tah na bránu a míč dokázaly odkopnout přes celou hrací plochu. Po poločase 4 : 1 družstvo NimbRo již nezaváhalo a postoupilo do finále konečným výsledkem 7 : 4.

Finále soutěže ve třídě *AdultSize* bylo opakovaním finále z loňského roku: druž-



*Obr. 4. Prof. Sven Behnke s vítězným družstvem NimbRo z univerzity v Bonnu; v popředí stojí dva humanoidní roboty třídy AdultSize (foto: Team NimbRo/Uni Bonn)*

stvo NimbRo opět nastoupilo proti družstvu Sweaty. Obě družstva měla přibližně stejně výkonné hráče, takže často vznikaly situace, při nichž si roboty vzájemně bránily ve střelbě (*obr. 5*). Bonnský robot jednal v takových soubojích flexibilněji a mnohdy soupeře s míčem obešel driblováním. Zde se osvědčila zejména nově vyvinutá technika zlepšující robotu vnímání rovnováhy. Po poločase 1 : 0 skončila zajímavá hra konečným výsledkem 2 : 0 pro družstvo NimbRo. Prof. Behnke byl s výsledkem velmi spokojen a především ho potěšilo, že ve třídě *AdultSize* nyní hraje mnoho silných družstev.

Bonnské družstvo NimbRo bylo úspěšné také v technických soutěžích, v nichž se jednotlivě zkoušejí schopnosti, které jsou pro hraní fotbalu důležité. Roboty univerzity v Bonnu zvítězily ve všech zkušebních úlohách: kopnout míč přes překážku, proměnit rohový kop, při strčení protihráčem udržet rovnováhu a předvést skok do výšky. Družstvo NimbRo tak s 26 body vyhrálo technické soutěže těsně před družstvy Tsinghua Hephaestus (25 bodů) a ZSTT (Tchaj-wan, 20 bodů).

## Závěr

Mezinárodní soutěž RoboCup 2018 skončila v Montrealu opět velkým úspěchem německých družstev, která ve všech soutěžích obsadila přední místa. K neúspěšnějším patřilo družstvo Nao-Team HTWK Vysoké školy pro techniku, hospodářství a kulturu v Lipsku. Družstvo má v současnosti patnáct členů, kteří na HTWK Leipzig studují informatiku nebo jsou absolventy školy již zaměstnanými v komerční sféře. Na minulých mistrovstvích světa se mužstvo Nao-Team HTWK umístilo vždy nejvýše na druhém, popř. třetím místě. Letošním ziskem titulu mistra světa korunovalo družstvo svoji vítěznou sérii. Klaus Bastian, profesor pro systémové programování

na HTWK Leipzig a jeden z podporovatelů družstva Nao-Team, doplnil: „Již v dubnu při mistrovství Německa bylo zjevně patrné, že lipští informatici dosáhli v různých oblastech softwaru velkého pokroku. Herní síla družstva významně vzrostla zejména zavedením nového algoritmu řízení chůze (běhu) robotů v kombinaci se zlepšeným driblováním. Jak ale bylo možné v průběhu finále mistrovství světa vidět, fotbal je závislý i na troše štěstí. Celkově lze říci, že úroveň zápasů ve standardní lize je nyní mnohem vyrovnanější než v předchozích letech, což pro budoucnost slibuje ještě zajímavější turnaje.“ Za výbornou propagaci robotiky a umělé inteligence si zaslouží obdiv a uznání i všechna ostatní družstva z celého světa, která se soutěži RoboCup 2018 aktivně zúčastnila. Další údaje a komentáře k akci z pohledu úspěšných německých družstev lze nalézt ve [2], [3], [4].

Příští mezinárodní soutěž RoboCup 2019 se uskuteční v červnu 2019 v Sydney v atraktivním kongresovém středisku *International Convention Centre (ICC)*. Po devatenácti le-



*Obr. 5. V souboji humanoidních robotů bojuje robot NimbRo-OP2X (vlevo) s robotem družstva Sweaty (foto: Team NimbRo/Uni Bonn)*

tech to bude podruhé, co robotické soutěže zamíří k našim protinožcům, bohužel opět do místa pro zájemce o robotiku a robotické soutěže z Česka dosti vzdáleného.

## Literatura:

- [1] KABEŠ, K. Družstvo B-Human obhájilo v Japonsku titul mistra světa v robotickém fotbalu. *Automa*. Děčín: Automa – ČAT, 2017, (10), 26–27. ISSN 1210-9592.
- [2] *Bremer Fußballroboter sind Vize-Weltmeister*. Pressemitteilung DFKI Bremen, 22. 6. 2018.
- [3] *Wir sind Weltmeister*. Pressemitteilung HTWK Leipzig, 22. 6. 2018.
- [4] *Titelverteidigung bei Roboter-WM in Kanada*. Pressemitteilung Uni Bonn, 22. 6. 2018.

*Ing. Karel Kabeš*