

# ROBOTIZACE VE SPORTU

Vojtěch Marek

Fakulta strojního inženýrství, Vysoké učení technické v Brně  
Ústav automatizace a informatiky  
Technická 2896/2, Brno 616 69, Česká republika  
vojtech.marek3@vutbr.cz

*Abstrakt: Robotizace dnes vstupuje do více různých odvětví, než bylo před několika lety vůbec představitelné. Postupem času můžou roboti zaujmout pozici také ve sportovním průmyslu. Své využití mohou nalézt jak v tréninkovém procesu profesionálních sportovců, tak při organizaci velkých sportovních událostí.*

*Klíčová slova: Robotizace, sport, historie, trénink, budoucnost sportu, organizace akcí*

## 1 Úvod

Dnes se s pojmem sport nebo sportování setkává skoro každý z nás takřka každý den. Někteří aktivně sportují, pro další může být sport víkendovou zábavou, kdy u televizních obrazovek sledují napínavá klání. Právě pro tyto účastníky utkání může znamenat pojem sport celý život. Jako ve všech různých průmyslových odvětvích i ve sportu začíná promlouvat automatizace a robotizace. Od soutěží robotů v různých disciplínách, přes pomoc s přípravou velkých sportovních akcí. Tato práce bude věnována zejména shrnutí historie sportovních robotů a variantami zavedení robotů do běžného fungování profesionálního sportu. Postupem času je možné, že tento trend zavítá i do amatérského sportování, ale v blízké budoucnosti lze očekávat pouze zapojení do oblasti profesionálního sportu. Jako hlavní důvod můžeme uvést finanční prostředky.

## 2 Cesta robotů ve sportu

Historicky první zmínky o možném zapojení robota do sportování můžeme zahlédnout ve filmu *Love In The Rough* z roku 1930. Během příběhu proběhne myšlenka, že by bylo možné využít robotickou paži při tréninku golfových odpalů. Tato myšlenka byla nakonec, v trochu odlišné formě zrealizována, firmou Nike v roce 2000 pro testování nového golfového vybavení[8].

O historicky prvních robotech použitých pro zlepšení sportovního výkonu se vedou diskuze. Některé zdroje uvádějí jako prvního vynálezce Josefa Pachta z německého města Norimberk, který v roce 1956 sestavil 5 tzv. fotbalových robotů. Jednalo se o kožené válce bez mechanických částí, které se pouze silou větru nakláněly a rozptylovaly svým pohybem výhled brankáře. Právě nezařazení jakékoliv mechanické části pro rozpohybování válců vyvolává pochybnosti jestli lze takový vynález považovat za plnohodnotný prvních sportovních robotů. Proto bývá často jako oficiální vstup robotů do světa sportu považován rok 1981. V tomto roce byl představen robot jménem Hissing Sid. Během přímého přenosu, britské stanice BBC, měl tento robot zahrát několik úderů v kulečnické hře snooker. Bohužel se po prvotním zahrání robot v přímém přenosu zasekl a své další využití už nenalezl[8]. I přes tento počáteční neúspěch lze považovat tento výstup jako uvedení robotů do světa sportu.

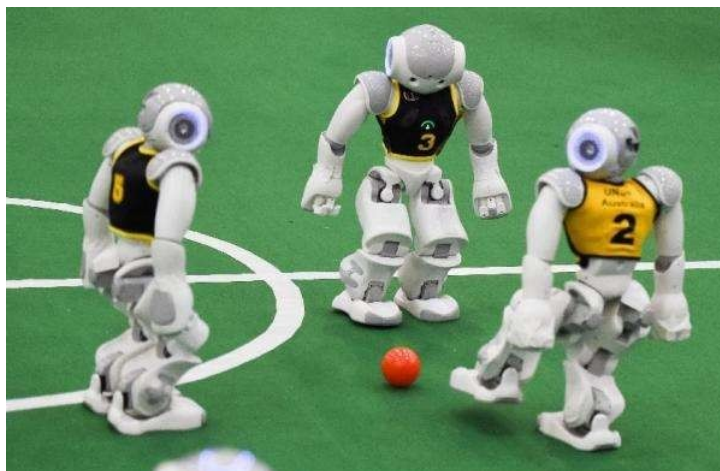


Obr. 1: Robot Hissing Sid ve vysílání BBC

## 2.1 RoboCup

RoboCup lze považovat za takové "Mistrovství světa v robotickém fotbale". První ročník této soutěže proběhl roku 1997 v japonském městě Nagoya. Tohoto turnaje se zúčastnilo 40 týmů ze všech koutů světa a zaujal okolo 5000 fanoušků přímo na místě[2].

Na první dojem nemusí být jasná důležitost vzniku tohoto fotbalového turnaje. Ve stejném roce, jako rok založení turnaje (1997), došlo k dalšímu velkému pokroku v robotizaci sportu, kdy šachový počítač Deep Blue porazil světoznámého šachového velmistra Garyho Kasparova. Stále se, ale jednalo o logickou hru, kterou lze naprogramovat pomocí učících se pravidel umělé inteligence. Z tohoto důvodu bylo, a je stále, cílem turnaje RoboCup co nejvíce přiblížit pohyb robotů ke skutečnému pohybu sportovců. Fotbal je ideální hrou pro tento typ cíle. Fotbalové zápasy jsou dobrým měřítkem funkčního pohybového výkonu, protože nelze jednoduše uzákonit soubor pravidel nebo pouze vytvářet opakující se soubor pohybů. Oproti šachu nelze vidět mnoho "tahů" do budoucnosti. Místo toho musí robotičtí fotbalisté podnikat rychlé kroky všemi směry po zakřivených a ostře se otáčejících cestách. Všechny tyto pohyby je nutné měnit s měnícím se umístěním míče, umístěním hráčů obou týmů a relativní pozicí pro vstřelení branky[5].



Obr. 2: RoboCup z roku 2019

## 2.2 Současnost

V současné době roboti stále nalézají největší využití hlavně ve výrobním průmyslu. V odvětví sportu se nacházíme na začátku zkoumání variant, kde bychom mohli co nejefektivněji využít potenciál robotizace. To ale neznamená, že by vývoj robotů schopných sportovních disciplín stagnoval spíše naopak. Během posledních několika let můžeme být svědky řady velmi propracovaných robotů, kteří zvládají kooperovat jak s lidským protivníkem, tak s okolním prostředím (lyžařský svah, závodní okruh apod.).

Inženýři po celém světě již vyvinuly stovky robotů schopných simulovat sportovní disciplíny, ale jako největší pokroky lze považovat roboty: CUE, Atlas, Jennifer a FORPHEUS. Každý zmíněný robot se "věnuje" jinému sportovnímu odvětví. Jedná se o širokou škálu disciplín: basketbal, parkour, sjezdové lyžování a stolní tenis.

### 2.2.1 CUE

CUE je basketbalový robot, vysoký 190cm, postavený inženýry firmy Toyota. Jedná se o prototyp, který má úspěšnost volných hodů na koš 100%[4]. Nejedná se zcela o humanoidního robota, protože není schopen provádět jiný pohyb než pohyb střelecké ruky a pokrčení v kolenou. Není schopen sám zvednout míč a následně se s ním pohybovat po hrací ploše. Pokud by vývoj CUE pokračoval mohl by se stát velmi dobrým pomocníkem v rámci basketbalového tréninku. Potenciál lze zaznamenat v tréninku obrany střelby nebo mechanismu přihrávání. CUE byl představen v rámci letních olympijských her v Tokiu 2020.



Obr. 3: Basketbalový robot CUE

### 2.2.2 Atlas

Jako největší pokrok pro humanoidní roboty lze považovat projekt Atlas. Vývojem se zabývá americká společnost Boston Dynamics. Ohledně podobnosti pohybů s lidským tělem je tento robot nejbližší ze všech dosud vyvinutých. Atlas je vybaven celkem 28 hydraulickými klouby, díky kterým je schopen velmi dobré mobility pohybů. Výškou a váhou lze přirovnat jeho konstrukci k lidskému tělu. Kompletní konstrukce měří 150cm a váží 89kg. Veškeré konstrukční části jsou vyrobeny pomocí 3D tisku, kvůli dobrému poměru pevnosti k hmotnosti robota. Tento poměr je potřebný k různé variaci skoků a různých pohybů.[1] Poslední zveřejněná videa společnosti prezentují robota Atlas, jak zdolává různé překážkové dráhy pomocí skoků a úskoků. Projekt je stále ve vývoji a časem má největší pravděpodobnost využití jak ve sportovním tak třeba ve vojenském prostředí.



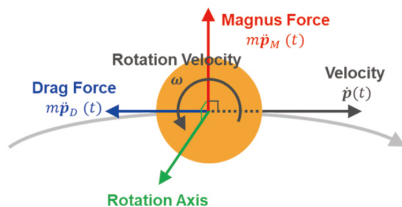
Obr. 4: Robot Atlas od společnosti Boston Dynamics

## 3 Metody pro tvorbu pohybů

Hlavní problematikou robotů určených pro sportovní aktivitu je důvěryhodná reprezentace lidského pohybu. Každá společnost se snaží o své originální řešení, ale zde budou uvedena pouze krátká shrnutí dvou možných postupů.

První metoda byla použita při vývoji fotbalových robotů připravených na výše uvedený RoboCup. Prvním krokem bylo nasnímaní pohybů malých dětí, které už sami dokázaly chodit po předem vymezeném území. V tomto případě byly vybrány malé děti z důvodu přibližně podobné výšky jako vyvíjení robotů. V normálních případech lze snímat i dospělé jedince. Těchto postupů se využívá například také v herních vývojových studiích. Po nasnímaní všech potřebných dat byl vytvořen algoritmus, který byl schopen rozpohybovat samotného robota. Aby byl robot schopen fotbalových dovedností byla nutná častá simulace fotbalových utkání. K tomu jsou určeny předem vytvořené knihovny od samotných zakladatelů RoboCupu. Robot je následně schopen základních fotbalových principů, ale další zdokonalování dovedností je na testování a ladění samotných vývojářů.[5]

Druhá metoda naopak reprezentuje využití matematické řešení. Tímto směrem se vydala firma OMRON, která vyvinula robotickou paži pro stolní tenis jménem FORPHEUS. Ke správnému odehrání využívá matematické předpovědi trajektorie přibližujícího se míčku. Tato předpověď bere v pataz všechny možné působící síly na letící míček (tažnou sílu, Magnusovu sílu). Na obr.5 jsou znázorněny všechny tyto vlivy působící na míček. Následný pohyb robotické paže je závislý na výpočtech soustavy rovnic v reálném čase.[6]



Obr. 5: Síly působící na ping pongový míček

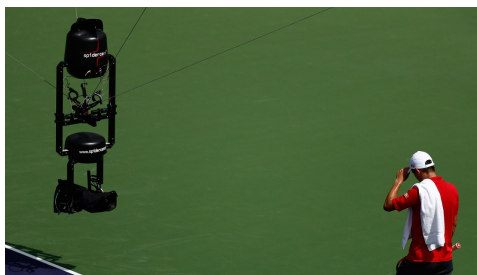
Obě metody jsou ve skutečnosti mnohem složitější než je uvedeno výše. Tyto velmi zobecněné postupy jsou zde pouze orientačně, jaké možnosti lze vlastně použít pro vývoj robotů tohoto typu. Důležité je si uvědomit, že není vždy nutné pouze snímat lidský pohyb a následně se pokoušet naměřené výsledky implementovat pro samotného robota.

## 4 Varianty použití robotů v praxi

V dnešní době není příliš obvyklé využívat roboty ve sportovním průmyslu. Jedná se, ale jen o otázku času, kdy dostanou větší prostor k zatraktivnění a zjednodušení pořádání velkých sportovních akcí po celém světě. Velkou roli v zapojení budou hrát finance. Postupem času, kdy se robotizace začne stávat dostupnější variantou, začne být také pro ředitele soutěží výhodnější zapojovat více robotů než doposud. Roboti své místo mohou nalézt ve všech oblastech pohybujících se kolem sportu. Od samotného trénování po sportovní žurnalistiku.

Největší potenciál mohou mít roboti v oblasti tréninku se samotnými sportovci. Již dnes existuje pár typů robotů schopných pomoci tréninku např. amerického fotbalu, rugby nebo boxu[9]. Obrovská výhoda zařazení těchto pomocníků je v předejití možného zranění. U kontaktních sportů je velmi časté zranění způsobené při nácviku zápasových situací. Pokud by bylo možné k těmto nácvikům využít uzpůsobené roboty, riziko tréninkových zranění by se rapidně snížilo. S tím je následně spojena, také větší pravděpodobnost účasti i těch největších sportovních hvězd na většině akcí. Pozitiva zavedení se naleznou také u nekontaktních sportů, kde je možné zahlédnout zárodky projektů humanoidních robotů např. ve volejbale nebo golfu. Jeden takový menší projekt je popsán v odkazu[10]. Pro tento typ sportů by bylo úspěchem vyvinutí plnohodnotných robotických "sparing" partnerů. Například pro dnešní tenisty by se jednalo o velkou pomoc během celosezonních tréninků.

Obrovským tématem v současném dění okolo sportu jsou rozhodčí. Velmi často lze narazit na kritiku ohledně ovlivnění zápasů kvůli chybnému rozhodnutí. Za posledních pár let lze v tomto sektoru sledovat největší snahu o zapojení automatizované robotiky. Jako historicky nejznámější zapojení technologie můžeme považovat "jestřábí oko" v tenise. Zde se velmi uchytilo a již dnes existují turnaje, kde se nenachází žádný čárový rozhodčí a každý míč je vyhodnocován pomocí algoritmů. Právě v takovém typu vyhodnocování mohou nalézt roboti největší uplatnění. Nejhlasitějším propagátorem, o zapojení robotů do rozhodování, je fotbal. V současnosti zde funguje video systém VAR, ale zřetelné chyby se stále nevytratily. Stálým problémem je lidský faktor, který rozhoduje za obrazovkou. Cílem fotbalových organizací je zavedení robotických čárových rozhodčích, kteří mohou velmi dobře pomáhat zejména u "měřitelných" situací, jako postavení mimo hru ("ofsajd") [9].



Obr. 6: Systém "jestřábího oka"

Posledním sektorem, kde lze efektivně zapracovat robotizaci je organizace a zprostředkování sportovních akcí. Na světové akce typu Mistrovství světa nebo Olympijské hry se sjíždějí fanoušci z celého světa. Roboti mohou zaujmout roli tvz. průvodců, kdy každý fanoušek by dostal požadované informace ve svém rodném jazyce. Dále by byla možná kontrola platnosti lístků, zároveň s bezpečnostní kontrolou osob[7]. Částečná realizace této myšlenky, již proběhla na posledních dvou olympijských hrách v asijských městech Tokyo a Peking (2020 a 2022), které byly ovlivněny pandemií Covid 19. Zde byli roboti nasazováni pro roznášku pokrmů nebo navádění sportovců do správných budov. K tomu, abychom mohli sledovat samotná střetnutí je důležité zprostředkování samotných klání v rámci textového nebo televizního vysílání. I zde je možnost zavedení pomoci robotů. Dnes je využíván automatizovaný systém generující krátké hodnocení utkání na základě dostupných statistik. Výhody tohoto řešení jsou v rychlosti zprostředkování výsledků utkání a základní shrnutí děje pro fanoušky mimo hlavní dění[3].



Obr. 7: Robotický číšník na ZOH v Pekingu 2022

## 5 Závěr

Tato seminární práce je vhodná jako uvedení do problematiky robotizace ve sportovním průmyslu. Jedná se o shrnutí historie, současnosti a možného efektivního budoucího propojení světa sportu a oblasti robotů. V textu nejsou uvedeny žádné konkrétní postupy řešení pro vývoj samotných robotů.

Sportovní odvětví v sobě ukrývá potenciál jak efektivně zapojit roboty do běžného fungování. V některých sektorech už tento trend lze pozorovat dnes (organizace sportovních akcí), ale v oblastech tréninku nebo samotných zápoleních profesionálních sportovců jde o "běh na dlouhou trať". Osobně nevidím až takové využití robotů přímo v akci, kdy mezi sebou soupeří ve sportovních disciplínách, nýbrž ve zdokonalování tréninkového procesu pro samotné sportovce. Sport považuji jako mezinárodní mírové soupeření států mezi sebou a zapojením robotů přímo do závodů by sport ztratil své kouzlo v nepředvídatelnosti.

## References

- [1] Atlas™. <https://www.bostondynamics.com/atlas>. [online] [cit.2022-03-02].
- [2] A brief history of robocup. [https://www.robocup.org/about/history\\_of\\_robocup](https://www.robocup.org/about/history_of_robocup). [online] [cit.2022-03-01].
- [3] How automation is reshaping sports. <https://welpmagazine.com/how-automation-is-reshaping-sports/>. [online] [cit.2022-03-03].
- [4] Top 10 greatest robots in sports. <https://roboticsbiz.com/top-10-greatest-robots-in-sports/>. [online] [cit.2022-03-03].
- [5] Variety wins: Soccer-playing robots and infant walking. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnbot.2018.00019>. [online] [cit.2022-03-02].
- [6] ASAI KYOHEI, NAKAYAMA MASAMUNE, Y. S. The ping pong robot to return a ball precisely. <https://www.omron.com/global/en/technology/omrontechnics/vol51/016.html?fbclid=IwAR23fpEbg6r0zWOD9GTHeJTAP3C2Kb1cD1Ye2A3UtmkjKkwr10W7VCUOE>. [online] [cit.2022-03-03].
- [7] COOPER, L. Robots and their impact on sporting events. <https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/robots-and-sport/>. [online] [cit.2022-03-03].
- [8] LAMONT, T. Robots in sport: a brief history. <https://www.theguardian.com/sport/2010/jan/10/robots-in-sport>. [online] [cit.2022-02-28].

- [9] MONSI, J. K. 10 ways how robots will positively impact sports. <https://sporttomorrow.com/10-ways-how-robots-will-positively-impact-sports/>. [online] [cit.2022-03-03].
- [10] S.TOYAMA, F., AND T.YASAKA. Sports training support method by self-coaching with humanoid robot. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/744/1/012033/pdf>. [online] [cit.2022-03-03].