

ELEKTRONICKÉ ROZHODOVÁNÍ V TRŽNÍM PROSTŘEDÍ

Roman Heczko

SilesNet s. r. o., e-mail: heczko@silesnet.cz, <http://www.silesnet.cz>

Abstrakt

Dnešní tržní prostředí se podstatně odlišuje od standardních trhů, které známe z našich učebnic ekonomie. V těchto učebnicích je dokumentovaná teorie klasické ekonomiky, která počítá s IT jako s kapitálem, který nám umožňuje lepší řízení naší firmy.

Nástupem Internetu do světa ekonomie a všedního života se dostáváme k novému pojmu cyberspace, která nám umožňuje nejen efektivní komunikaci, ale také vytváří podmínky existence virtuální elektronické společnosti. Tato nová komunita nám umožní efektivněji a levněji zpracovávat kvantum informací dnešní doby a také se rychle rozhodovat, jakým způsobem se s nimi bude dále nakládat. Elektronické řízení a rozhodování nepochybně přispěje k vyřešení problémů rychlého a kvalitního rozhodování v dnešním elektronickém světě. Dále si musíme také uvědomit hranici, k níž bude umělá inteligence schopna samostatně rozhodovat a za kterou bude muset nastoupit manažer.

Klíčová slova: Internet, cyberspace, modely metod rozhodování, neuronové sítě, autonomní elektronické procesy, multi-agentní systémy, distribuovaná umělá inteligence, informační společnost, elektronická společnost, e-commerce, nová ekonomika, informační technologie, informační systémy

1. Cyberspace a Internet

Internet je fenoménem přelomu 20. a 21. století a také celého začínajícího milénia. Internet můžeme charakterizovat jako komunikační a informační médium, které je přístupné pro širokou veřejnost. Na začátku 19. století neexistovaly žádné komunikační technologie kromě standardní pošty a jednoduchých signalizačních technik. Pokud měla informace putovat na velké vzdálenosti, faktor času zde hrál rozhodující vliv.

Internet a moderní komunikace dnešní doby faktor času skoro úplně odstranily, což má za následek vytvoření jedné globální společnosti, ve které vzdálenost nehraje žádnou roli.

Dalším přínosem Internetu je vytvoření elektronického virtuálního světa (cyberspace), který se bude řídit podobným systémem jako reálný svět. *Cyberspace* může obsahovat nekonečné zásoby dat a informací, které si do něj může kdokoliv ukládat a také číst pomocí standardizovaných nástrojů. Internet je také prostředí pro elektronické procesy, které jsou určeny pro širokou škálu úkolů - od těch nejjednodušších až po ty nejsložitější. Mezi jednoduché procesy můžeme započíst elektronické roboty, *e-boty*, které mají za úkol vykonat předem nařízené činnosti bez možnosti jakékoliv samostatné iniciativy. Autonomní procesy, agenti, jsou už samostatné jednotky, které mají schopnosti auto-adaptace a auto-rozhodování. Tito agenti jsou schopni pracovat také ve skupinách, které nazýváme multi-agentní systémy a které tvoří umělou distribuovanou inteligenci existující v cyberspace Internetu. Tato elektronická společnost je tvořena pouze umělou inteligencí a počítačovými procesy. Informační společnost definujeme jako širokou veřejnost, která využívá moderní komunikační technologie.

Pojem cyberspace je striktně vázán na telekomunikační trhy, které svým rozvojem a rozvojem Internetu tento virtuální svět rozšiřují. Elektronická komunita se vytváří díky standardizaci telekomunikačních protokolů, pomocí kterých elektronické procesy mohou bez jakýchkoli problémů komunikovat mezi sebou. Důležitá je také standardizace komunikačních a koordinačních jazyků určených pro výměnu informací mezi procesy-agenty. Tyto poznatky můžeme přirovnat v našem reálném světě k používání anglického jazyka, který spojuje lidi po celém světě a umožňuje jejich vzájemnou komunikaci. Dalším aspektem je rozvoj teorie umělé inteligence, která se začíná plošně nasazovat v elektronickém rozhodování. V neposlední řadě rozvoj telekomunikací a Internetu podmiňuje ekonomický rozvoj v oblasti telekomunikací, který umožňuje levněji se připojovat k síti a navýšit její průchodnost.

2. Elektronická společnost a její implementace

Každý organismus živý nebo umělý musí existovat v nějakém prostředí. Internet a jeho cyberspace vytváří elektronickou platformu pro existenci umělých programů-agentů, které mohou vykonávat od nejjednodušších až pro nejsložitější operace. Agenti dále mohou vystupovat ve skupinách, které budou řešit konkrétní problémy. *Multi-agentní systémy* už můžeme považovat za *distribuovanou umělou inteligenci*, která bude nasazována pro řešení někdy i velmi složitých úkolů. Tato komunita je schopna samostatně vykonávat stanovené úkoly, automaticky se adaptovat na danou situaci a předvídat chování jiných agentů. Tuto komunitu můžeme tedy definovat jako *elektronickou společnost*, která přejímá mnoho vlastností z lidské společnosti. Další, širší pojem *informační společnosti* je chápán jako moderní společnost využívající moderní informační technologie, do které je zapojený také člověk.

Je taky otázkou, do jaké míry může napodobovat elektronický robot člověka v cyberspace před jiným elektronickým agentem nebo člověkem. Touto otázkou se už kdysi zabýval i známý matematik Alan Turing. Jeho test se opíral na kladení otázek člověku či stroji v uzavřené místnosti tak, abychom zjistili, zda se jedná o stroj nebo člověka. Tento problém se stává aktuální ve světě Internetu, kde umělé agentní procesy budou muset zjistit, zda komunikuje s uživatelem nebo jiným procesem. Pro člověka bude samozřejmě jednodušší zjistit s kým právě komunikuje, neboť je inteligentnější než pouhý stroj.

Je nesporné, že měření inteligence elektronických agentů bude závislé na kvalitě učení se, poznávání světa a také následného rozhodování a dedukce na bázi těchto nabytých znalostí. Neuronové sítě jsou dobrým příkladem řešení tohoto problému. Stroj využívající technologie neuronových sítí je schopný se učit, pamatovat si a následně dedukovat na základě vlastní báze vědomostí.

Dalším podstatným klíčovým předpokladem pro funkčnost těchto systémů je kvalitní komunikace, koordinace a kooperace mezi jednotlivými subjekty. K těmto účelům byly a jsou vyvíjeny speciální komunikační standardy a programovací jazyky, které budou schopny zajistit snadnou implementaci konkrétních úkolů. Tady můžeme uvést standard jazyka KQML (Knowledge Query and Manipulation Language), který slouží k výměně vědomostí mezi distribuovanými, autonomními a asynchronními programy. Jiný systém uvedla například firma IBM pod názvem ABE (Agent Building Environment Toolkit). Popularitu si také zajistily programovací jazyky jako TCL, TK a Java, ve kterých je možné snadno implementovat jednoduché agentní programy. Programovací jazyk Java, který využívá virtuální platformu *Java Machine*, která může být implementovaná na různých operačních

systemech a proto mohou být programy nezávislé na prostředí a mohou snadno migrovat po celém Internetu. Shoham navrhl metodiku agentního programování, které je odvozeno z velice populárního objektového programování. Tento systém je založen na jednoduchých agentních programech, které navzájem komunikují mezi sebou pomocí prostých komunikačních primitivů. Pomocí tohoto systému můžeme jednoduše programovat multi-agentní systém pomocí metodiky objektového programování.

3. Agenti a jejich schopnosti

Moulin a Chaib-Draa navrhli tři skupiny agentů podle schopnosti rozumování a adaptace s okolím:

- *Reaktivní agenti* (reactive agents)
- *Plánovací agenti* (intentional agents)
- *Sociální agenti* (social agents)

První skupina *reaktivních agentů* vyjadřuje nejjednodušší řadu umělých inteligentních procesů, které jsou schopny přijímat signály z okolí, analyzovat je a posílat informace do okolí. Nemají schopnost plánování, drží se pouze svých určitých stanov.

Plánovací agenti mají schopnost analyzovat budoucnost. Jsou schopny vytvářet plány, které následně budou realizovat. Expertní systémy využívající tyto agentní programy jsou schopny řešit složitější problémy, které mohou se měnit v čase.

Do nejvyšší skupiny můžeme započíst *sociální agenty*, které se charakterizují nejvyšší inteligencí mezi elektronickými procesy. Způsob uvažování těchto umělých procesů je podobný lidskému myšlení. Agenti umí plánovat a mají navíc schopnosti brát v úvahu chování jiných programů a také předvídat jejich kroky. Tyto schopnosti jsou velmi nápomocné pro odstraňování případných konfliktů s okolím.

Základní vlastnosti agentního systému je koncepce a struktura znalostí. Terminologie expertních systémů strukturu znalostí staví spíše na faktech, nežli je tomu v systémech plánování, které se opírají na intuici, plánování a tvoření cílů. O definici vědění se pokusili Cohen a Levesque, kteří ji charakterizovali jako rovnováhu mezi záměry a činnostmi agentů. Na základě těchto vědomostí měl by program dále prohlubovat určité hypotézy než se bude konečně rozhodovat pro nějakou akci. (*hypothetical reasoning*) Časový horizont by měl mít také vliv na průběh sledu činností. (*temporal logic*) Agentní program se bude také řídit různými zákazy nebo právy přístupu (*deontic logic*).

Pokud budeme uvažovat o nasazení elektronických robotů budeme muset vždycky velmi pečlivě zvážit problém řešení, abychom mohli nasadit adekvátní agentní systém. Nebudeme například nasazovat složitý multi-agentní systém, který nám bude oznamovat příchozí elektronickou poštu na našem počítači. Nasadíme v tomto případě jednoduchý reaktivní agentní proces, který bude mít za úkol hlídat naši poštovní schránku a v případě doručení nové zprávy nás upozorní zvukovým efektem. Pokud budeme projektovat agentní systém, který nám bude částečně pomáhat řídit forexové obchodování, budeme muset počítat s větším počtem agentních procesů od těch nejjednodušších, které budou zaznamenávat změny kurzovních hodnot až po ty složité, které se budou moci pomoci určitými kritérii dobře rozhodnout o nákupu či prodeji měny. Systém bude muset nepochybně podporovat rychlou a spolehlivou komunikaci a kooperaci mezi jednotlivými agentními procesy.

4. Rozhodování a trh

Způsoby rozhodování můžeme rozdělit do skupin podle různých kritérií. Jedním z důležitých kritérií je rozdělení na:

- *Rozhodování za jistoty*
- *Rozhodování za rizika*
- *Rozhodování za nejistoty*

Rozhodování za jistoty můžeme aplikovat, pokud agent dobře zná svoje okolí a má jistotu ohledně možných situací, které mohou nastat. Jistota se vztahuje také na blízkou budoucnost, která může nastat při různých možnostech, jež jsou jasně stanoveny.

V klasickém tržním prostředí se budeme *rozhodovat za rizika*, kde máme stanoveny určitá pravidla, která ale nemusí být vždycky dodržena. Veškeré situace mohou nastat s určitou pravděpodobností. Tady platí tržní pravidlo, čím větší riziko, tím větší zhodnocení hodnot a naopak, čím menší riziko, tím menší zhodnocení. Pokud bude mít agentní proces stanoveny určité pravděpodobnosti možných dějů, může se rozhodovat podle standardních kritérií minimaxima, Hurwitzova nebo Savageova. Tyto metody agentům plošně zajistí rozhodovat se dobře, ale ne nejlépe. “Dobře“ bude v tomto případě znamenat předejít nejhorsím situacím a volit co možná nejlepší řešení. Nejlepší řešení, které se bude pojit s určitým rizikem bude ihned na počátku zamítnuto.

Poslední typem rozhodování je *rozhodování za nejistoty*, kde agenti neznají skoro nic, ani pravděpodobnost a musí se spoléhat na svoji intuici. Situace se dá někdy řešit převodem nejistoty na riziko, pokud ale můžeme stanovit vůbec nějaké prahy pravděpodobností. Je zřejmé, že do úkolů tohoto typu budeme muset nasazovat *agenty sociální*, kteří se budou moci tento problém alespoň pokusit řešit. Pokud výsledek řešení sociální agentní skupiny bude minimálně lepší než bychom generovali rozhodnutí dle náhodných jevů, můžeme označit výsledek jako uspokojivý. Samozřejmě se musí tyto kladné výsledky opakovat, jinak bychom mohli označit určitý výsledek řešení sociálního multi-agentního systému také za náhodný.

Rozhodovací procesy můžeme dále rozdělovat dle formalizace na *empiricko-intuitivní*, *exaktní* a *heuristické*, dále dle subjektu rozhodování na *individuální* a *kolektivní* nebo dle rozsahu účinnosti na *globální* a *dílčí* či podle časového horizontu na *dlouhodobé*, *střednědobé* a *krátkodobé*.

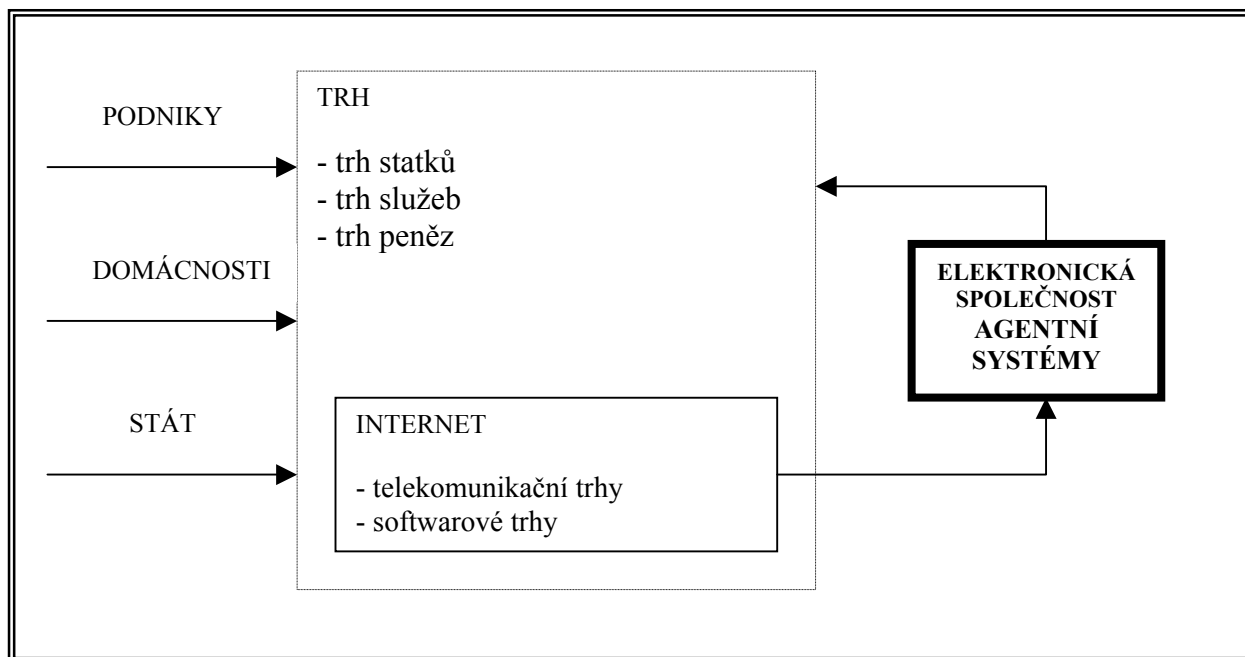
Tržní hospodářství se vyznačuje určitým stupněm rizika a také je pod vlivem lidského faktoru, který někdy obrací i logiku tržního modelu. V současné době podniky zaškolují své manažery na soudobé trendy, aby jim mohli porozumět a řídit firmu dle těchto trendů. Tito manažeři musí čím dál tím víc analyzovat spoustu dat, která nekontrolovaným způsobem zahlcují naše schopnosti uvažování a často zakrývají relevantní informace. Tato situace nastala, protože *informační technologie* se začaly s nástupem Internetu bleskově integrovat v jednu velkou informační dálnici, která se nekontrolovaným pohybem řítí do předu a generuje spoustu informací. Je proto třeba aplikovat elektronické metody, které budou schopny čelit těmto tendencím. Člověk bez pomoci moderních systému nebude moci odolat, protože rychlost rozumování stroje značně převyšuje rychlost člověka. Samostatné dogma, že kvalitu myšlení člověka neporazí stroj tady neřeší všechny problémy. Je proto zřejmé, že důležitým rozhodnutím manažera bude volit problémy, jež bude řešit sám, s pomocí umělé inteligence nebo je úplně přenechá agentnímu systému.

5. Rozšířený model tržního prostředí

Pokud začneme uvažovat o definici modelu ekonomiky či tržních procesů ve 21. století musíme se nejdřív zamyslet nad tím, co nám přináší moderní doba. Vedle několika desítek nových faktorů budeme brát v úvahu telekomunikační rozmach, kam můžeme zařadit pojmy jako mobilní bezdrátová telefonie, video-telefonie, video-konference a informační dálnici Internet. Tyto pojmy moderní telekomunikační doby nám umožňují komunikovat s celým světem kdykoliv a na jakémkoliv místě. A proto je zřejmé, že z hlediska elektronické komunikace člověka s člověkem vzdáleností pomalu ztrácejí svoji váhu a vzniká nám nový pojem *globalizace*. Fenomén Internetu je tady bezesporu unikátní záležitostí v oblasti telekomunikací, protože je rozmístěn skoro po celém světě, přístup k němu má kdokoliv a způsob užívání jeho zdrojů je všude stejný. Dále je to médium obousměrné, znamená to, že každý uzel či stanice připojena kdekoli k síti může dostávat a posílat data odkudkoliv a kamkoliv. Dalším výrazným rozdílem Internetu oproti telefonii či rádiu a televizi je to, že síť Internetu je tvořená pomocí vzájemně propojených počítačů, na kterých běží procesy, které jsou schopny vytvářet svůj svět virtuální existence. Počítače obsahují paměťové kapacity, ve kterých běží tyto procesy a kde jsou uloženy stovky informací, k nimž je povolen přístup z celého Internetu. Tyto kapacity je člověk nebo umělý agent schopny využít k libovolnému ukládání informací pro účely šíření či archivace a také pro získávání už předem uložených informací jinou osobou či procesem.

Analogii světa Internetu můžeme nalézt v reálném světě, pokud přirovnáme silnice a dálnice ke drátům a optickým kabelům, obdobou křižovatek v Internetu jsou pak tzv. routery a směrovače paketů, které přenášejí data. Tyto pakety můžeme charakterizovat jako auta v reálném světě, která vozí zboží čili data ve virtuálním Internetu. Pojem počítačových bran, které otevírají cestu ke páteřním sítím můžeme přirovnat ke výjezdům na hlavní silnice a dálnice. V našem reálném světě dále auta rozvázejí zboží mezi obchody a podniky za účelem obchodu a výroby. Ve virtuálním světě Internetu obchody a podniky tvoří počítače, na kterých běží procesy pro rozhodování a zpracování dat. Pravidlo, že velké mega-markety jsou umístěné při dálnicích pro snadnější a rychlejší přístupnost platí také v Internetu, kde jsou velké servery umístěny na páteřních linkách sítě.

Tento jednoduchý příklad nám ukazuje, proč je Internet součástí ekonomiky a jaké nám nabízí nové virtuální možnosti fungování tržního prostředí. Bouřlivý rozvoj nové ekonomiky a elektronického obchodování nám umožňuje nabízet na elektronických burzách a ve virtuálních obchodech zboží, které si může objednat teoreticky kdokoliv. V elektronickém obchodování bude záležet hlavně na reklamě virtuálního obchodu, abychom mohli přilákat potenciální zákazníky. Kromě standardní internetové nabídky a virtuálního nákupního koše budeme moci také zavést virtuální prodejce, kteří budou moci doporučit nám sortiment výrobku či dokonce odpovídat na naše otázky. Můžeme také počítat s elektronickými agenty, kteří pro nás budou pracovat jako nákupčí a budou schopni dohodnout pro nás přijatelné ceny. Agentní programy bude moci využívat spotřebitel, firma nebo státní správa. Kvalita práce těchto agentů bude závislá na způsobu implementace elektronického rozhodování. Pokud lidé začnou využívat své elektronické agenty, budou muset také porozumět jejich způsobům uvažování, aby vzájemná spolupráce přinášela efekty.



Obrázek 1: Elektronická společnost a její vazby v tržním prostředí

Obrázek ukazuje, že elektronická společnost je produktem světa Internetu, který je hnán dopředu tržním rozvojem telekomunikací. Významnou součástí *umělé distribuované inteligence* jsou *multi-agentní systémy*, které existují v *cyberspace*, jsou schopny elektronicky řešit úkoly různého druhu zadané svými manažery. Tyto agentní systémy jsou proto dalšími hráči v tržním prostředí vedle podniků, domácností a státní správy. Mají schopnost ovlivňování trhu dle svých manažerským příkazů a svým elektronickým fungováním podmiňují i rozvoj telekomunikací čili Internetu, který dále tvoří kvalitnější existenční podmínky pro *elektronickou společnost*. Na schématu je vidět uzamčený cyklus, který vzájemně rozvíjí svět Internetu a její elektronické společnosti. Mohli bychom toto schéma přirovnávat k jistému fenoménu auto-rozvoje.

6. Elektronické a manažerské rozhodování

Dnešní kvantitativní metody ekonomické analýzy a její operační výzkum neřeší všechny problémy rozhodování, ale dávají možnosti systémového přístupu k metodám řešení. Operační výzkum se opírá o týmovou spolupráci mezi jednotlivými řešiteli, kteří jsou v úzkém pracovním kontaktu a pracují společně na koncovém řešení jednoho velkého problému. Používají metody které se opírají o matematicko-statistický aparát.

Umělá distribuovaná inteligence a její *multi-agentní systémy* pracují na podobném principu a mají mnoho společného s manažerským rozhodováním. Tyto systémy pracují také ve skupinách, ve kterých každý agentní proces má svoje jednotlivé úkony, které řeší samostatně, je v kontaktu se sousedními procesy a pomocí vzájemné komunikace a koordinace jednotlivé procesy skládají své dílčí výsledky na řeč celkového řešení úkolu. Agentní systémy používají hlavně matematické metody a jejich elektronický způsob rozhodování pomocí neuronových sítí a strojového učení je prostý člověčích předsudků, které mohou v některých situacích zbytečně ovlivňovat kvalitní rozhodnutí manažera.

Na druhé straně je elektronické rozhodování chudší o člověčí instinkt, který je v některých případech nezbytný pro řešení složitějších problémů, které nelze zahrnout do matematických vzorců.

Těmito úvahami můžeme dojít k názoru, že elektronické rozhodování bychom měli nasazovat na problémy, které jsou spíše syntaktického původu, kde počet možných řešení je konečné číslo a kde je důležitější čas rozhodnutí než jeho kvalita. Tato kritéria není možné vždy splnit pro možnost dobrého elektronického rozhodování, ale musíme brát v úvahu, že postupná virtualizace a elektronizace tržního prostředí nás přinutí tyto metody stále více nasazovat.

Tradičním způsobem volení dobrého systému rozhodování je vždy kombinace různých metod řešení. V tomto případě se rozumný manažer bude rozhodovat pro elektronickou výpomoc, pokud bude potřebovat zpracovávat určitý druh informací v Internetu. Bude mu jasné, že zvládnout takový objem informací nebude možné samostatně, ale pomocí agentního systému, v němž se některé složky budou starat o získávání dat, budou je předávat jiným, které je budou vstupně analyzovat, upravovat a konečně předávat svému manažerovi. Tento příklad a postup obsažený v něm umožní manažerovi rozhodovat jak kvantitativně, což mu dovolí počítačový systém, tak i kvalitativně, což zůstane v tomto případě na manažerovi, který bude moci volit dle svých zkušeností z informací již předem zpracovaných, jež mu předá počítačový systém.

Literatura

1. Y. Shoham. Agent-oriented programming. *Artif.Intell.* 60 1993, s.51-92
2. B. Chaib-draa, B. Moulin, R. Mandiau, P. Millot. Trends in distributed artificial intelligence. *Artificial Intelligence Rev.* 6 1992, s.35-66
3. P. R. Cohen, J. Morgan, M. E. Pollack. *Intentions in Communication.* MIT Press, Cambridge, MA 1990
4. R. Wilensky. *Planning and Understanding.* Addison-Wesley, Reading, MA 1983
5. D. Wilkins. *Practical Planning.* Morgan-Kaufmann, San Mateo, CA 1988
6. M. Lizotte, B. Moulin. A temporal planner for modeling autonomous agents. Elsevier/North-Holland, Amsterdam 1990, s.121-136
7. Z. Zonková. *Rozhodování manažera.* VŠB-TUO, Ostrava 1997, ISBN 80-7078-254-4