

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Ivan Plander

Japonský projekt piatej generácie počítačov

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 30 (1985), No. 4, 197--207

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/138872>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1985

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

- [19] POZRI EHRENFEST, P.: *Adiabatic invariants and the theory of quanta*, in *Sources of Quantum mechanics*. Ed. B. L. VAN DER WAERDEN, Amsterdam, North Holland, 1967.
- [20] HAAR, D. TER: *Quantentheorie*. Berlin, Oxford, Braunschweig, Akademie Verlag, Pergamon Press, Vieweg und Sohn, 1970, s. 95–96
- [21] HEISENBERG, W.: *Über quantentheoretische Umdeutung kinematischer und mechanischer Beziehungen*. In LUDWIG, G.: *Wellenmechanik*, Berlin, Oxford, Braunschweig, Akademie Verlag 1969, s. 193–210.
- [22] POZRI LANDAU, L. D., LIFŠIČ, E. M.: *Úvod do teoretickej fyziky I*. Bratislava—Moskva, Alfa-Mir 1980. s. 270.
- [23] *Works 4*, s. 341–419.
- [24] *Works 4*, s. 425–482.
- [25] POZRI 16. s. 194.
- [26] KLEIN, M. J.: *The first phase of the Bohr-Einstein dialogue*. *Historical Studies in the Physical Sciences* 2, 1–39.

Japonský projekt piatej generácie počítačov

Ivan Plander, Bratislava

1. Úvod

Rozvoj mikroelektroniky, najmä však technológie veľmi veľkej integrácie (VLSI), vytvára reálne predpoklady počítačového riešenia zložitých problémov ľudskej činnosti na najvyššej úrovni ekonomicky prijateľným spôsobom. Nástupom technológie VLSI, umožňujúcej realizovať už v najbližšom čase až milión tranzistorov na čipe, polovodičový priemysel privádza ľudstvo na prah jednej z najvýznamnejších vývojových etáp tohto storočia, a to etapy rozširovania ľudských intelektuálnych schopností pomocou počítačových systémov nových generácií.

Túto skutočnosť si najlepšie uvedomilo Japonsko, ktorého súčasná ekonomika je poznačená nedostatkom vlastných zdrojov energie, surovín a potravín. V tejto situácii Japonci pripisujú veľkú dôležitosť spracovaniu a využitiu informácií a formovaniu informačne orientovanej spoločnosti. Spracovanie informácií na vyšších úrovniach však vyžaduje vyvinutie počítačových systémov nových generácií.

Na základe úspechov dosiahnutých v mikroelektronike japonský počítačový priemysel si vytýčil za cieľ dosiahnúť USA vo výrobe počítačov vrátane superpočítačov. Zatiaľčo USA majú najnovšie superpočítače CRAY X-MP s výkonom 630 Mflops (milión operácií v pohyblivej rádovej čiarky za sekundu) a CDC CYBER 205 so 792 Mflops, v Japonsku sú dokonca tri firmy vyrábajúce superpočítače na komerčnej báze. Sú to: počítače Fujitsu VP 200 (500 Mflops), Hitachi S 810–20 (630 Mflops) a NEC SX-2

(1300 Mflops). Japonský priemysel si teraz stanovil ďalší cieľ: vo výpočtovej technike predstihnúť USA a celý svet. V súčasnosti totiž stále narastá rozpor medzi možnosťami konvenčných sekvenčných počítačov a požiadavkami perspektívneho využitia počítačov širokými masami obyvateľstva. Nová generácia počítačov sa bude od predchádzajúcich generácií líšiť nielen kvantitou, ale i kvalitou, t.j. bude založená na nových teoretických základoch vzhľadom na tradičné dnešné počítače. Úlohy sociálnej sféry, ktoré počítačové systémy piatej generácie majú riešiť, možno zhrnúť takto:

- a) Zvýšiť produktivitu v nízkoproduktívnych odvetviach národného hospodárstva, ako sú poľnohospodárstvo, rybolov a neštandardizované činnosti terciárnej sféry (obchodu, služieb a pod.).
- b) Prekonať obmedzenia v zdrojoch surovín a energie minimalizovaním spotreby energie a riadením vedúcim k optimalizácii účinnosti premeny energie.
- c) Realizovať zdravotnícke, školské a ďalšie podporné systémy pre riešenie zložitých, mnohotvárných problémov, ako aj sociálnych.

Aplikačné oblasti počítačov v deväťdesiatych rokoch budú pokrývať prakticky všetky sféry ľudskej činnosti. Každý človek bude používať počítače v dennom živote bez toho, aby si to uvedomoval. Pre tento účel sa vytvoria veľké informačné siete s celosvetovým prepojením až k najnižším zložkám systému (osobným počítačom), v rámci ktorých človek bude s počítačmi voľne komunikovať pomocou informačných médií, ako reč, text, grafy, obrazy a pod.

Vzhľadom na tieto zámery začalo r. 1979 japonské ministerstvo zahraničného obchodu a technológie MITI dvojročný predbežný výskum počítačov piatej generácie. V októbri 1981 sa konala v Tokiu medzinárodná konferencia o piatej generácii počítačových systémov, ktorú poriadalo MITI a Japonské vývojové centrum pre spracovanie informácií (JIPDEC). Tejto konferencii sa zúčastnilo takmer 300 vedeckých a výskumných pracovníkov z celého sveta. Osobne som mal možnosť zúčastniť sa tejto konferencie ako jediný účastník zo socialistických krajín, a môžem preto uviesť aj niektoré vlastné postrehy [2]. Konferencia mala v podstate dve poslanie. Prvým poslaním bolo zabezpečiť medzinárodné posúdenie vypracovaného japonského projektu piatej generácie počítačových systémov (na spôsob našich vstupných oponentúr). Druhým podľa Japoncov historickým poslaním konferencie bolo oznámiť svetovej odbornej verejnosti začiatok úsilia o odtrhnutie sa od tradičných teoretických základov konštrukcie súčasných počítačov. Vlastné riešenie výskumno-vývojového projektu sa začalo v apríli 1982, bude trvať desať rokov a má byť ukončené prototypom počítačového systému piatej generácie. Nadväzná priemyselná výroba a používanie týchto počítačov sa predpokladajú začiatkom deväťdesiatych rokov. V svojej podstate ide o najrozsiahljší počítačový projekt vôbec, a to z hľadiska koncepcie i plánovaných finančných nákladov.

2. Základné ciele japonského projektu počítačov piatej generácie

Počítače, ktoré sa v súčasnosti vyvíjajú, pokrývajú rozsah od superpočítačov pre zložité numerické výpočty až po jednočipové počítače pre použitie v automobiloch a domácnostiach.

Počítače piatej generácie majú napomáhať hlavne mentálnej činnosti človeka, t.j. majú efektívne vykonávať nenumerické spracovanie údajov vrátane spracovania symbolov. Podľa japonskej definície [1] počítače piatej generácie budú systémy na spracovanie vedomostných nenumerických informácií založené na inovovaných teóriách a technológiách, ktoré môžu poskytovať potrebné vyššie funkcie, odstraňujúce obmedzenia vlastné súčasným konvenčným počítačom a budú sa používať prevažne v rokoch 1990.

Počítačový systém piatej generácie nebude jeden počítač, ale obrovská heterogénna sieť počítačov, od superpočítačov cez špecializované počítače až po osobné mikropočítače. Superpočítače sa budú používať v numerických vedeckotechnických výpočtoch a simuláciách. Špecializované databázové počítače a dnešné veľké počítače prepojené do sietí budú tvoriť informačný systém v celosvetovom meradle. Medzistyk medzi človekom a informačnými systémami budú zabezpečovať osobné mikropočítače.

Ako bolo uvedené, dôležitú úlohu v oblasti budúceho spracovania informácií bude mať nenumerické spracovanie údajov vrátane spracovania symbolov. Nenumerické údaje ako vety, reč, grafy a obrazy budú použité v obrovskom rozsahu, v porovnaní s numerickými údajmi. Predpokladá sa, že počítače v budúcich aplikáciách budú vykonávať vyše 90% manipulácií s nenumerickými údajmi.

Súčasný počítač má veľmi malý výkon v základných funkciách spracovania reči, textov, grafov, obrazov a v realizácii operácií umelej inteligencie (napr. inferencia, asociácia a učenie sa). Počítače, ako sám názov hovorí, boli pôvodne konštruované na realizáciu numerických výpočtov. Rozšírenie aplikácií počítačov na oblasť spracovania nenumerických údajov vyžaduje vývoj počítačov nových generácií, pre ktoré je potrebné:

- (a) Realizovať technickými prostriedkami počítačov základné mechanizmy inferencie, asociácie a učenia sa.
- (b) Vypracovať základné programové prostriedky umelej inteligencie, aby sa plne využili uvedené funkcie.
- (c) Využiť výsledky umelej inteligencie a rozpoznávania obrazov na realizáciu medzistyku človeka s počítačom spôsobom prirodzeným pre človeka.
- (d) Realizovať podporné programovacie systémy pre zlikvidovanie tzv. „softwareovej krízy“ a zvýšenie tvorby programových prostriedkov.

2.1. Koncepcia piatej generácie počítačových systémov

Počítačové systémy piatej generácie budú predstavovať zjednotenie troch do teraz oddelene sledovaných problémových oblastí:

- expertných systémov,
- distribuovaných počítačových systémov,
- technológií veľmi veľkej integrácie (VLSI).

Podľa japonských prognóz hlavnými aplikačnými oblasťami počítačov v rokoch 1990. budú systémy spracúvajúce znalosti, tzv. expertné systémy. Expertné systémy sa definujú ako počítačové programy, využívajúce základnú znalosť a metódy logického vyvodzo-

vania záverov na riešenie problémov, ktoré normálne vyžadujú schopnosti ľudských expertov. Expertné systémy budú predstavovať zhmotnené organizované vedomosti príslušných oblastí ľudskej činnosti. Budú založené na rozsiahlych bázach znalostí. Príkladmi takýchto expertných systémov je strojový preklad, lekárska diagnóza, ekonomická analýza, informačné systémy širokého použitia a pod. Tieto systémy budú vybavené ľudsky orientovanými vstupmi, resp. výstupmi, ako je hlas, reč, prirodzený jazyk, obrazy, grafy atď. Expertné systémy pre svoju činnosť vyžadujú vysoké počítačové výkony (operačné rýchlosti) a pamäti obrovských kapacít.

Distribúované a paralelné počítanie predstavuje spojenie spracovania informácií a komunikácií do počítačových sietí, ktoré spolupracujú na riešení danej úlohy. Z hľadiska spolupráce bude pre všetky počítače týchto sietí spoločný programovací jazyk a spoločná, decentralizovaná počítačová architektúra. Podľa japonských analýz jednou z možných architektúr pre takéto systémy bude paralelná počítačová architektúra riadenia tokom údajov „data flow control“. Na rozdiel od konvenčnej sekvenčnej architektúry von Neumanna, pri ktorej spracovanie je riadené tokom inštrukcií, v prípade architektúry „data flow control“ operácia alebo vykonanie úlohy sa spúšťa prítomnosťou potrebných vstupných údajov. Táto architektúra využíva prirodzený paralelizmus riešených úloh.

Technológia VLSI je založená na veľmi veľkej integrácii a nových, rýchlych a výkonných spôsoboch výroby integrovaných obvodov. Pomocou polovodičovej technológie VLSI bude možné vytvárať integrované obvody o zložitosti jedného až desiatich miliónov tranzistorov na čipe. Technológia VLSI umožní realizovať počítače s podstatne vyššími funkčnými vlastnosťami, podstatne menšími rozmermi a nižšou cenou. Počítačové systémy piatej generácie budú mať tieto technické vlastnosti:

(a) Stavebnicosť a modulárnosť, (b) každý blok bude zodpovedať programovému modulu technických prostriedkov, (c) množina blokov bude pracovať ako špecializovaný počítačový systém; (d) takýto počítačový systém bude stavebným prvkom väčších systémov (distribúovaných mnohopočítačových systémov prepojených komunikačnými systémami). Systémová architektúra bude zabezpečovať medzistyky na úrovni technických a programových prostriedkov tvorbou blokov, ktoré sa môžu konfigurovať do špecializovaných systémov, podľa potrieb jednotlivých aplikácií. Tieto bloky budú opäť tvoriť stavebné bloky pre vyššie systémy.

Medzistykou medzi technickými a programovými systémami bude jazyk jadra. Všetky programové prostriedky systémov budú realizované v jazyku jadra a technické prostriedky systému budú priamo vykonávať príkazy jazyka jadra.

Počítačové systémy piatej generácie budú realizovať prostredníctvom svojich programových a technických prostriedkov tieto integrované funkcie:

- (a) Porozumenie opisu problémov a špecifikácií požiadaviek.
- (b) Syntetizácia procedúr spracovania.
- (c) Optimalizácia medzi počítačovými systémami a procedúrami spracovania.
- (d) Syntetizácia odpovede založená na výstupoch z počítačového systému.
- (e) Funkcie inteligentného medzistyku schopné porozumieť prirodzený jazyk, reč, obrazy atď.

Základne znalostí, podporujúce uvedené funkcie, budú obsahovať znalosti týchto typov:

- (a) Znalosť jazykov, ktoré sa majú použiť na komunikáciu človeka s počítačom.
- (b) Znalosť problémových oblastí, ktoré sa majú riešiť.
- (c) Znalosť použitých počítačových systémov.

2.2. Aplikácie počítačov piatej generácie

Ako vyplýva z definície, základnou oblasťou použitia počítačových systémov piatej generácie v rokoch 1990. bude spracovanie znalostných informácií. Príkladom aplikácií sú inteligentné systémy automatizovaného projektovania a konštruovania, počítačom vedené inštruovanie, automatizovanie administratívy a robotické systémy vyšších generácií. Treba pritom poznamenať, že vedeckotechnické výpočty a tradičné spracovanie hromadných údajov bude tvoriť len malé percento využitia budúcich počítačov. Predpokladá sa, že všetky aplikačné systémy sa budú skladať z troch subsystémov, a to: interaktívneho, spracovateľského a riadiaceho. Interaktívny subsystém bude využívať znalosti, obsiahnuté v jazykoch alebo obrazoch, prevedie ich do vnútornej reprezentácie systému a bude extrahovať z nich opis problému. Spracovateľský subsystém prevedie neúplný opis problému na úplný opis použitím znalostí o problémovej oblasti a vygeneruje odpoveď na tento opis. Pritom sa budú efektívne využívať znalosti o problémových oblastiach (inferencia) a pamätanie (učenie sa) alebo nové znalosti. Vygenerovaná odpoveď sa potom prevedie do výslednej odpovede. Táto odpoveď prostredníctvom interaktívneho systému sa prevedie do vnútornej reprezentácie, ktorá sa opäť prevedie na zrozumiteľný externý tvar, čím je konverzačný cyklus ukončený. Riadiaci subsystém počas celého cyklu dohliada na jednotlivé druhy vedomostí za účelom vykonania inferenčných operácií (logického dedukovania) a učenia sa.

3. Témy výskumu a vývoja počítačových systémov piatej generácie

Projekt je rozdelený do 7 problémových skupín:

(1) Základné aplikačné systémy, (2) Základné programové systémy, (3) Nové vyššie architektúry, (4) Architektúra distribuovaných funkcií, (5) Technológia VLSI, (6) Systematizačná technológia, (7) Vývojová podporná technológia. Tieto problémové skupiny sa ďalej delia na podtémy, ktorých je celkovo 26. Ako príklad pre získanie konkrétnejšej predstavy o nich uvedieme štruktúru tematickej skupiny

(1) Základné aplikačné systémy

Výskum v oblasti základných aplikačných systémov má za cieľ vyvinúť systémy pre päť typových aplikácií:

- Systém strojového prekladu.
- Systém odpovedajúci na otázky.
- Aplikovaný systém porozumenia reči.
- Aplikovaný systém porozumenia obrazov.
- Aplikovaný systém riešenia problémov.

Fundamentálne funkcie, a teda aj témy výskumu a vývoja, charakterizujúce počítačové systémy piatej generácie, možno zhruba klasifikovať takto:

1. Riešenie problémov a inferencia.
2. Riadenie základne znalostí.
3. Inteligentný medzistyk.

3.1. Systém riešenia problémov a inferencie

V rámci tejto témy sa budú vyvíjať vysokovýkonné počítače pre inferenciu (dedukciu logických záverov z faktov alebo premís), ktoré budú slúžiť ako procesory jadra, využívajúce pravidlá a deklarácie na spracovanie znalostných informácií. V súčasnosti, ako jazyky logického programovania pri riešení problémov umelej inteligencie sa používajú prevažne LISP a PROLOG. Pre potreby projektu bude potrebné vyvinúť nové jazyky logického programovania sledujúce tieto ciele:

- implementáciu funkcií vyšších úrovní technickými prostriedkami počítačov na báze VLSI,
- nové jazyky vhodné pre paralelné spracovanie,
- príbuznosť jazykov s relačnými údajovými modelmi.

Systém riešenia problémov a inferencie bude tvoriť jadro spracovateľských funkcií počítačového systému piatej generácie: Algoritmy riešenia problémov a inferencie; kódovací jazyk pre riešenie problémov; vývoj počítača pre inferenciu. Konkrétne ciele tejto témy sú: Počítač pre inferenciu s výkonnosťou cca $10^2 - 10^3$ MegaLIPS, pričom 1 LIPS (Logical Inference Per Second) predstavuje 1 sylogistický vývod za sekundu, 1 operácia vývodu vyžaduje 100–1000 krokov, odkiaľ 1 LIPS zodpovedá 100–1000 inštr./s. Pritom treba poznamenať, že výkonnosť súčasných počítačov je $10^4 - 10^5$ LIPS.

Za účelom dosiahnutia takýchto výkonov základný výskum a vývoj sa musí sústrediť nielen na zvýšenie rýchlosti základných elektronických obvodov, ale i na vysoko paralelné architektúry podporujúce spracovanie symbolov, ktoré je kľúčom inferencie. Novou architektúrou pre paralelné inferenčné počítače priamo realizujúce príkazy jazyka je napr. architektúra riadenia tokom údajov (data flow control). Cieľový rozsah technických prostriedkov takéhoto systému bude $10^3 - 10^4$ procesorov, k čomu je potrebná výrobná technológia VLSI.

3.2. Systém riadenia základne znalostí

Výskum riadiacich funkcií pre základne znalostí má zabezpečiť mechanizmy spracovania znalostných informácií, kde konkrétnymi cieľmi bude vývoj systémov reprezentácie poznatkov, návrh bázy znalostí a podporných systémov, rozsiahle systémy báz znalostí, experimentálne systémy získavania vedomostí a distribuované systémy riadenia báz znalostí. Tieto systémy budú integrované do kooperatívneho systému riešenia problémov. Jedným zo zvlášť významných cieľov bude poloautomatické získavanie znalostí, t.j. systémy budú vybavované učiacimi sa mechanizmami určitej úrovne.

Výskum a vývoj počítačov pre bázy znalostí bude zameraný na vývoj technických prostriedkov pre mechanizmy reprezentácie poznatkov a systémy riadenia. Počítač pre riadenie bázy znalostí musí byť schopný ukladať a vyberať z pamäti pri použití 2000–20 000 výberových pravidiel 10^6 – 10^8 údajových položiek (1 údajová položka zodpovedá 10^3 B), t.j. 1–100 GB, aby sa mohlo realizovať odpovedanie na otázky v rámci niekoľkých sekúnd. Realizácia uvedených výkonov vyžaduje použitie paralelných architektúr podporujúcich funkcie spracovania symbolov a funkcie veľkej kapacity údajov a bázy znalostí. Výskum architektúr technických prostriedkov bude zameraný na paralelné spracovanie nových báz znalostí, ktoré sú založené na relačnom databázovom počítači, obsahujúcom výkonný hierarchický pamäťový systém a mechanizmy pre paralelné relačné a znalostné operácie.

Predpokladá sa, že systém bázy znalostí bude implementovaný na relačnom databázovom počítači, umožňujúcom realizovať bázy znalostí v systéme piatej generácie počítačov. Relačný údajový model je príbuzný logickému programovaniu, keďže relačný kalkul má blízky vzťah k predikátovej logike prvého rádu. Pri opise formulácie otázky relačná algebra má rovnaké možnosti ako relačný kalkul. Ukazuje sa, že ako jadro relačného databázového počítača je vhodné použiť paralelný asociatívny procesor.

3.3. Inteligentný medzistyk

Bude slúžiť na komunikáciu človek-počítač v prirodzenom jazyku, reči, grafoch a obrazoch, takže informácie sa budú môcť vymieňať spôsobom blízkym pre človeka. Spracovanie prirodzeného jazyka vytvára základ pre preklad z angličtiny do japončiny a obrátene, o čo je najväčší záujem.

Ako ilustráciu náplne výskumu a vývoja v oblasti inteligentného medzistyku uvedieme systém strojového prekladu. V tomto systéme sa predpokladá vypracovať:

- Návrh systému strojového prekladu a jeho jadra.
- Gramatiky pre dané jazyky.
- Gramatiky generujúce vety.
- Integrovaný systém strojového prekladu s možnosťou zásahu operátora.
- Spracovanie slov (word processing) vysokej úrovne.

Konkrétne ciele:

Počet slov:	100 000
Presnosť prekladu:	90%
Kompilovanie textov pre tlač	
Cena prekladu:	30% ľudského prekladu

V rámci aplikovaného systému porozumenia reči sa napr. predpokladá vyvinúť:

- Fonetický písací stroj pre 10 000 slov so súčasťou analýzou významu, automatickou korekciou chýb počas rozpoznávania reči a generovanie celých viet.
- Systém odpovedajúci prirodzenou rečou pre 10 000 slov, rozumejúci zmyslu kladených otázok.
- Systém identifikujúci hovoriaceho:
50–60 hovoriacich (do r. 1985); niekoľko sto hovoriacich (do r. 1990).

4. Finančné náklady na projekt a medzinárodná spolupráca

Celkové finančné náklady vyčlenené japonskou vládou na vyriešenie projektu piatej generácie počítačových systémov sú cca 2 miliardy dolárov. Tieto prostriedky budú využité hlavne štátnymi výskumnými ústavmi sústredenými okolo Elektrotechnického laboratória (ETL) vedeckého centra v Tsukube a novozaloženého ústavu pre nové generácie počítačov ICOT v Tókiu. Na riešení každej z 26 čiastkových úloh bude pracovať základný kolektív, vytvorený z pracovníkov ICOT, resp. ETL, rozšírený o 2–3 pracovníkov šiestich popredných japonských počítačových firiem, ako FUJITSU, HITACHI, NEC, OKI, MITSUBISHI, TOSHIBA. Na každú úlohu tím prípadne 12 až 18 pracovníkov, ktorí nie sú financovaní zo štátnych zdrojov. Dôvody firiem pre bezplatné poskytnutie svojich pracovníkov a prístrojovej techniky spočívajú v tom, že si chcú udržať možnosť získavania informácií o výsledkoch dosahovaných v štátnom výskume.

Na riešení projektu sa predpokladá široká medzinárodná kooperácia. Na jednej strane sú to medzinárodné konferencie a sympóziá, ako aj medzinárodná štandardizácia. Japonský projekt bude napojený na iné podobné zahraničné projekty. Z rôznych dôvodov tento projekt nie je medzinárodný. Tým, že je národným projektom, Japonsko môže slobodne rozhodovať o jeho zameraní a cieľoch. Treba však poznamenať, že projekt zahŕňa témy strojového prekladu, ktoré sa musia riešiť ruka v ruku s príslušnými krajinami. Japonsko chce zabezpečiť stály príliv výskumníkov z rôznych štátov, ktorí majú vynikajúce výsledky v tej-ktorej vednej oblasti súvisiacej s projektom.

5. Ostatné projekty nových generácií počítačových systémov

Okrem japonského projektu piatej generácie počítačov sú rozbehnuté ďalšie projekty nových generácií počítačov v USA, Veľkej Británii, EHS a u niektorých firiem. Od japonského projektu sa líšia predovšetkým tým, že nie sú natoľko revolučné a zameriavajú sa skôr na evolúciu. Všetky však majú spoločný menovateľ, ktorým je nová vedná disciplína, umelá inteligencia, ktorá ovplyvní podstatným spôsobom konštrukciu počítačov. V ďalšom uvedieme hrubé charakteristiky jednotlivých projektov.

USA

V USA sa najmarkantnejšie prejavuje neorganizovaný evolučný prístup k výskumu a vývoju nových generácií počítačov. Zúčastňujú sa na ňom firmy od IBM až po malé, práve vznikajúce spoločnosti. Spojením 12 firiem vzniklo konzorcium pre riešenie novej generácie počítačov. Ciele projektu USA možno zhrnúť do týchto bodov:

- automatizované konštruovanie a automatizovaná výroba (CAD/CAM),
- projekt počítačovej architektúry (Alpha/Omega),
- automatizácia tvorby programových prostriedkov,
- mikroelektronické technológie

Financovanie týchto riešení sa zabezpečuje jednak zo štátnych dotácií a jednak od súkromných firiem. Za kľúčovú technológiu ďalšieho rozvoja počítačov nových gene-

rácií sa považujú princípy umelej inteligencie. Hlavný cieľ v súčasnosti je vyvinutie počítačov a osobných mikropočítačov pre umelú inteligenciu. Ide o tzv. jazykové počítače LISP, resp. PROLOG, ktoré už dnes vyrába viacero firiem. Spomenúť možno napr. osobné grafické pracovisko VAX Station 100 pre LISP a PROLOG firmy DEC, ako aj ďalšie osobné počítače Fujitsu, LIPS Machines, Symbolics a Xerox. Predpokladané hlavné aplikačné oblasti v USA sú tieto:

- (1) Inteligentný medzistyk človeka s počítačom v prirodzenom jazyku.
- (2) Systémy založené na využití znalostí
 - expertné systémy,
 - systémy pre podporu rozhodovania.
- (3) Využitie umelej inteligencie v robotike.
- (4) Využitie umelej inteligencie vo vizuálnych systémoch a spracovaní obrazov.

Britský projekt piatej generácie počítačov

Piata generácia aj v tomto projekte je evolúcia a nie revolúcia. Predpokladá sa postupný vývoj pridávaním nových funkcií k existujúcim systémom a vyššia integrácia osobných počítačov do všeobecných sietí. Hlavné témy výskumu a vývoja sú:

- programovacie (softwareové) inžinierstvo,
- bázy metaznalostí a inteligentné bázy znalostí,
- technológia VLSI,
- inteligentný medzistyk človek-počítač.

Predpokladané použité programové prostriedky sú: Operačný systém UNIX; vyššie programovacie jazyky Ada a Prolog. Programové prostriedky osobných mikropočítačov: jazyky Lisp a Prolog pod operačným systémom Unix.

Technické prostriedky počítačov: (a) počítače pre logické programovanie: 32bitový paralelný prologový počítač so 16 paralelnými procesormi; (b) počítače architektúry riadenia tokom údajov (data flow control).

EHS projekt piatej generácie počítačov ESPRIT

Od 1. 1. 1984 sa začal riešiť spoločný projekt EHS pod názvom ESPRIT (European Strategic Program for Research in Information Technologies), ktorého cieľom je, aby západoeurópski producenti mikroelektroniky a počítačov dosiahli behom 10 rokov úroveň japonskej a americkej konkurencie. Hlavné témy výskumu a vývoja v tomto projekte sú:

- mikroelektronika,
- technológia programovania,
- vyššie formy spracovania informácií,
- automatizované konštruovanie a automatizovaná výroba (CAD/CAM),
- automatizácia administratívy.

Projekt si vyžiada finančné prostriedky vo výške 1,3 mld. dolárov, ktoré sa majú v ďalšom zvýšiť na 2,25 mld. dolárov. ESPRIT nedosiahne úroveň japonského projektu piatej generácie počítačov.

Spoločný výskumný ústav troch firiem

Tri západoeurópske firmy: Bull (Francúzsko), ICL (Veľká Británia) a Siemens (NSR) založili v južnom Bavorsku spoločný výskumný ústav so zameraním na riešenie problémov spracovania znalostí, ktoré je základom počítačových systémov nových generácií. Tento ústav bol zriadený napriek tomu, že každá z uvedených firiem sa podieľa na národnom projekte piatej generácie počítačov.

Projekt nových generácií výpočtovej techniky a informatiky Akadémií vied socialistických krajín

Koncom roku 1983 akadémie vied socialistických krajín prišli k formulovaniu projektu nových generácií výpočtovej techniky a informatiky. Projekt bol vypracovaný do konca r. 1984. Príslušné ústavy Akadémií vied majú reálne predpoklady úspešného zvládnutia teoretických problémov, ako je teória programovania, spracovanie nenumerných informácií, rozpoznávanie obrazcov, umelá inteligencia a i. Zvýšená pozornosť sa bude venovať otázkam mikroelektronických technológií, prídavným zariadeniam a pod.

6. Záver

Podľa predpokladov navrhovateľov, japonský Projekt počítačových systémov piatej generácie podstatným spôsobom ovplyvní všetky oblasti spoločenskej činnosti, avšak najvýraznejšie sa prejaví

- (a) v odstránení rozdielov medzi nízkoproduktívnymi a vysokoproduktívnymi odvetvami národného hospodárstva a činnosťami,
- (b) v rozšírení ľudských možností použitím počítačov na zvýšenie efektívnosti v oblasti inteligentných ľudských činností,
- (c) vo využití inteligentných počítačových mechanizmov na zvládnutie a riadenie záplavy informácií produkovaných informačnými technológiami.

Očakáva sa, že sa výrazne zlepši nízka produktivita práce ako v oblasti výchovy a zdravotníckej starostlivosti, tak i v oblasti fyzickej práce (poľnohospodárstvo, rybolov a pod.). Už dnes je produktivita práce podstatne zvýšená mechanizáciou, automatizáciou a robotizáciou. V budúcnosti však stroje budú zamerané na zvyšovanie produktivity práce a ľudia len na činnosti, pre ktoré majú najlepšie predpoklady. Ako príklady možno uviesť systémy na podporu rozhodovania, systémy automatizovaného navrhovania CAD, automatizované systémy inžinierskych činností CAE a pod. Už dnešná spoločnosť je zaplavená množstvom informácií. Počítačové systémy piatej generácie budú filtrovať, dopĺňovať a spresňovať tieto informácie a predkladať ich v optimálnej forme na absorbovanie človekom. Ďalší zrejmy prínos navrhovaných počítačových systémov bude v preklenutí priepasti človek-počítač. To bude vychádzať zo skutočnosti, že každý človek bude schopný konverzovať s počítačmi bez profesionálnych znalostí o nich.

Oblasti, ktoré budú najpodstatnejšie ovplyvnené počítačovými systémami piatej generácie, sú:

- (a) automatizácia administratívy,
- (b) systémy na podporu rozhodovania,
- (c) počítačmi automatizované navrhovanie a konštruovanie,
- (d) inteligentné roboty.

Na záver treba poznamenať, že odvážnosť japonského projektu počítačových systémov piatej generácie podstatne prekvapila účastníkov medzinárodnej konferencie z USA a Európy. V ich diskusných vystúpeniach bolo badať, že sa cítia určitým spôsobom zaskočení tým, že iniciatívu na seba prevzali japonskí výskumníci. Ich pripomienky boli veľmi konkrétne a nekompromisné. V žiadnom prípade však sa nepokúšali zlahčovať alebo spochybňovať tento projekt. V minulosti totiž, keď japonský priemysel si vytýčil za cieľ predstihnúť USA vo výrobe automobilov, mnohí o tom pochybovali. Avšak už v r. 1980 sa to stalo skutočnosťou. Vo výrobe a nasadzovaní robotov je Japonsko nesporne pred USA. Keď japonskí výskumníci si zaumienili, že VLSI integrované obvody budú vyrábať vo veľkých sériách, nikto im neveril. Dnes sa však vie, že to dokázali. Preto na medzinárodnej konferencii o počítačových systémoch piatej generácie v Tokiu účastníci konferencie prijímali informácie od autorov návrhu s veľkou vážnosťou a väčšina verila, že hlavné ciele sa japonskému výskumu podarí dosiahnuť.

Literatúra

- [1] *Preliminary Report on Study and Research on Fifth-Generation Computers 1979—1980*. Japan Information Processing Development Center, Tokyo 1981, 89 s.
- [2] PLANDER, I.: *Cestovná správa zo služobnej cesty do Japonska*. Slovenská akadémia vied, Ústav technickej kybernetiky, Bratislava 1981.

Co dělat, když se objeví třetič

Underwood Dudley

Třetič*) je člověk, který si myslí, že umí pouze pomocí pravítka a kružítka rozdělit libovolný úhel na tři stejné části. Objeví se, když vám pošle svou práci s žádostí o váš názor, nebo — což je horší — když vám zavolá a chce s vámi o své konstrukci debatovat.

*) V anglickém originále třetič je "trisector". Pozn. překl.