

PERSPEKTIVNÍ VYUŽITÍ VÝPOČETNÍ TECHNIKY V ARMÁDĚ

Málokterý technický obor prošel tak rychlým a bouřlivým rozvojem jako obor výpočetní techniky. První samočinný číslicový počítač vznikl koncem druhé světové války. Pracoval na principu elektromechanických relé a prováděl několik operací za sekundu. Současné velké operační systémy řeší během jedné sekundy několik set tisíc operací.

V rozvoji výpočetní techniky se uplatňují nejnovější vědecké poznatky. To by však nestačilo. Rozhodující zde byla praktická společenská potřeba, protože výpočetní technika zvyšuje kvalitu řízení výroby. Hlavně její uplatnění ve sféře řízení přispělo k odstranění disproporcí mezi moderními výrobními nástroji a primitivním způsobem řízení.

Nemůžeme opomenout ani vliv potřeby armády na rozvoj výpočetní techniky.

Můžeme tvrdit, že v některých případech byl zájem armád o využití výpočetní techniky tou rozhodující společenskou objednávkou. Zde mohu uvést řadu příkladů:

Konstrukce moderních jednoúčelových analogových počítačů pro řízení palby na vzdušné cíle znamenala u nás vývoj moderních elektronických analogových prvků. Tyto zkušenosti byly později aplikovány při výrobě univerzálních analogových a hybridních počítačů pro civilní potřebu.

Rozvoj hybridní výpočetní techniky v USA byl především diktován vojenskými zakázkami.

V článku ukáží některé charakteristické rysy rozvoje výpočetní techniky a některé závěry pro využití výpočetní techniky v armádě.

Pojem generace počítačů

Tento pojem vznikl v době, kdy bylo nutné charakterizovat rozdíly mezi počítači z elektronických a počítači z polovodičových prvků. Otázky vyšších generací počítačů jsou však podstatně složitější a nemůžeme je zahrnout jen do součástkové základny.

V období, kdy se elektronkové počítače nahrazovaly počítači na bázi polovodičové techniky, byl znak prvkové základny rozhodujícím generačním znakem. Brzy se

však začaly prosazovat i rozdíly dalších druhů, jako rozvoj sortimentu vnějších zařízení, způsoby programování, způsoby nasazení počítačů. Tato tzv. „vícefaktorová“ generační rozdíla se ještě více prohlubuje mezi druhou a třetí generací, i když je do jisté míry převažujícím znakem faktor prvkové základny (přechod k integrovaným obvodům u počítačů 3. generace).

Při podrobnější analýze faktorů, které

spojujeme s generačními změnami počítačů, zjistíme tuto společnou vlastnost: každý z těchto faktorů znamenal generační změnu tehdy, jestliže jeho hodnota vytváří novou kvalitu a ne jen kvalitativní změny. Např. u prvkové základny neznamenal generační změnu růst rychlosti polovodičových prvků, ale kvalitativní změna jejich integrací. Pro vnější dynamické paměti neznamenal generační změnu větší kapacita nebo rychlost posuvu magnetických pásek, ale přechod k diskovým pamětím s kvalitativní změnou přístupu k datům a adresování. Z oblasti programování neznamenal generační růst kvantitativní nárůst operací, programovaných uživatelem. Generační růst byl způsoben až vznikem operačních systémů.

Mohu tedy vyslovit tuto tézi o nové generaci počítačů:

— můžeme-li najít významné vývojové znaky počítačů (parametry, které se mění s časem) a můžeme-li u těchto znaků rozpoznat přechod z kvantitativních změn na změny kvalitativní, pak tyto znaky můžeme nazvat generačními faktory;

— jestliže pro většinu generačních faktorů jednoho výpočetního systému konstatujeme takové kvalitativní změny, pak takový výpočetní systém (počítač, řadu počítačů) můžeme označit za systém nové generace.

Z pozorování dosavadního vývoje počítačů splňují definované vlastnosti tyto generační faktory:

- prvková základna,
- architektura počítače,
- funkční vlastnosti,
- soubor vnějších zařízení,
- programovací prostředky a způsoby ovládání,
- oblasti a způsoby nasazení počítače.

Všimněme si blíže těchto generačních faktorů.

Generační faktor prvkové základny patří mezi nejjasnější. Přechod od elektronů k polovodičům je výraznou kvalitativní změnou, podobně přechod od diskrétních prvků k prvkům integrovaným. Podle našeho kritéria nepůsobí prvková základna jako generační faktor v případě zvyšování míry integrace. Toto tvrzení je prokázáno i praxí: ke zvyšování míry integrace dochází i u systémů, které nejsou uváděny jako další celočíselně označené generace. Sledovaný znak se mění pouze kvantitativně, nepůsobí proto přímo generační změnu, napomáhá však kvalitativní změně faktoru jiného, v tom-

to případě architektury počítače a jeho funkčních vlastností.

Dosavadní vývoj číslicových integrovaných obvodů je neobyčejně dynamický. Výrazně se zvyšuje hustota součástek připadajících na plošnou jednotku křemíkové destičky (čipu). Bylo dosahováno těchto hodnot:

- rok 1965 — 10 až 20 součástek na 1 mm²,
- rok 1970 — 100 součástek na 1 mm²,
- rok 1975 — 500 součástek na 1 mm².

V současnosti dosahujeme až 1 000 součástek na 1 mm².

Současné se však zvyšuje plocha čipu v souvislosti se zdokonalením výroby. Je to zejména kvalita výchozího materiálu, maskovacích aparatur a čistota výrobního procesu. První integrované obvody byly realizovány na ploše asi 1 mm², v současné době se dosahuje až plochy 50 mm².

To znamená, že po roce 1980 budeme moci celý procesor počítače umístit do jednoho integrovaného obvodu. Totéž se týká celé operační paměti.

Počet součástek v jednom integrovaném obvodu však nemůžeme zvyšovat bez omezení. Vždy existuje omezení, dané použitým fyzikálním principem. Hustota součástek sice narůstá, ale blíží se asymptoticky danému fyzikálnímu omezení. U současných moderních integrovaných obvodů je hustota součástek omezena teoreticky na hodnotu asi $7,5 \times 10^4$ součástek na 1 mm². Prakticky lze dosáhnout hustoty součástek 2 až 5krát menší.

Proto základní výzkum věnuje velké úsilí nalezení nových fyzikálních principů pro realizaci nových prvků výpočetní techniky. Základním kritériem je zde možnost vyšší hustoty součástek, zvýšení operační rychlosti počítačů, zvýšení spolehlivosti a snížení výkonových ztrát.

Architektura počítače je faktorem složitějším, než je faktor prvkové základny. Pojem architektura počítače byl vyvolán firemní literaturou při příležitosti zavedení systému IBM 360. Pod pojmem architektura počítače máme na mysli:

- vymezení částí počítače, které může rozlišit uživatel,
- vytvoření různých struktur z těchto částí za účelem dosažení optimálních vlastností z hlediska uživatele.

Pokusíme-li se o extrapolaci vývoje generačního faktoru architektury, pak je to zřejmě kvalitativní změna ve specializaci prvků architektury. Zatímco dosud byly jednotlivé části architektury specializovány podle toho, jaký je obvyklý postup zpracování úlohy v jednotlivých fázích

řešení, objevuje se specializace podle druhů činnosti uvnitř těchto fází. Tím vznikají tzv. multiprocesorové architektury na kvalitativně vyšší úrovni, než byla pouhá spolupráce několika procesorů. Zde půjde o součinnost funkčně specializovaných procesorů které označujeme pojmem moduly.

Je zřejmé, že tím vznikají podmínky pro další rozvoj stavebnicovosti v řadě počítačů, a to na rozdíl od dosavadních řešení, stavebnicovosti dvourozměrné. Jeden rozměr je dán výkonovými parametry, druhý rozměr funkční specializací.

Generační faktor funkčních vlastností úzce navazuje na první dva. Nebudu rozebírat charakteristické funkční vlastnosti soudobých počítačů, ale ukáži na význačné kvalitativní změny, které můžeme očekávat.

Jednou z nich je tzv. „překlopení“ různých typů multirežimů do paralelních procesů počítání a řízení počítačů.

Číslicový počítač pracuje diskrétně a sériově na rozdíl od analogového počítače, který pracuje spojitě a paralelně. Nezajímá-li nás přesnost, ale schopnost řídit procesy v reálném čase, pak z tohoto hlediska je zde jasná převaha analogové techniky nad technikou číslicovou. Z hlediska řízení dynamických procesů má analogový počítač větší šířku frekvenčního pásma. Zavedení paralelního způsobu číslicového výpočtu výrazně pozitivně ovlivní šířku pásma číslicového počítače. Vlastnosti mikroprocesů ukazují, že tento problém můžeme zvládnout.

Tyto požadavky můžeme realizovat zaváděním asociativních technik. Tyto jsou zatím nejvíce rozpracovány pro paměti počítače. Rozsáhlá paměť se stává zařízením, které zdržuje práci počítače. S rostoucí kapacitou paměti se stává složitějším uložení a vyhledání informace v paměti. Asociativní paměť umožní vkládat informace zcela libovolně. Informace se vyhledává ne podle adresy, ale podle části obsahu, tzv. klíče. Můžeme to srovnat s registraturou osob, kde údaje o osobách vyhledáváme podle jejich příjmení. Porovnání jednotlivých míst paměti (klíče) může probíhat paralelně, tzn., že jedním paměťovým cyklem se vyberou všechny informace z paměti, kde nastala shoda klíče. Znamená to zefektivnění práce paměti. Rozšíříme-li možnosti výběrových obvodů, aby kromě zjištění shody klíče vykonaly i jiné operace, dostaneme asociativní procesor, který v jednom kroku vykoná operaci s větším počtem informací. To podstatně zvýší efektivnost práce počítače.

Generační faktor souboru vnějších za-

řízení je velmi významný. Počet druhů vnějších zařízení počítačů neustále roste. Na všech těchto zařízeních můžeme pozorovat růst výkonových parametrů, které svou kvantitativní povahou vytvoří ještě generační faktor, ale vytváří podmínky pro faktory jiné.

Jsou-li vnější zařízení hraničními prvky, jejichž funkce je vazba počítače s okolím (interface), je vývojovým principem posun hranice směrem k okolí.

Nebudu podrobně probírat některé novinky vnějších zařízení jako kazetové magnetické páskové paměti, minidisky, zařízení pro bodový tisk, inteligentní terminály. Zmíním se pouze o moderním neklasickém způsobu řešení, periférie vstupu a výstupu s lidským hlasem. Z hlediska vstupu jsou zde dosud značné problémy. Ty vyplývají především z toho, že zabarvení hlasu, rytmus řeči, přízvuk jsou u různých osob různé, ani jedna osoba nevysloví jedno slovo vždy stejně, liší se výslovnost hlásek v závislosti na hláskách sousedních. Problém identifikace jazyka lidské řeči je nutné řešit složitými stochastickými metodami. Mnohem úspěšněji je řešení problém výstupu hlasem. Existují zařízení, tzv. syntetizéry hlasu, která podávají hlášení výstupu počítače lidským hlasem. Zařízení může obsloužit současně několik telefonních linek. Má omezený slovník slov a výrazů (100 i více).

Lidská řeč je natolik bezprostřední lidský projev, že úspěšné vyřešení komunikace lidským hlasem by znamenalo odstranění překážek, které zpomalují zavádění dat do počítače. Lidská řeč je ideálním způsobem konverzace člověka s počítačem bez potřeby pomocného média nebo dalších kódovacích postupů. Proto se systémům pro přímou komunikaci lidským hlasem přisuzuje největší budoucnost.

Generační faktor programovacích prostředků se rozvíjí velmi dynamicky. Náklady na vývoj programovacích prostředků rostou a dosahují mnohdy až poloviny pořizovacích nákladů při zavedení výpočetního systému. Ukáží stručně vývojové tendence.

Kromě tradičního rozvoje numerických algoritmů, jejichž znakem bude větší algoritmická složitost, bude se pravděpodobně rozvíjet programování nenumernických algoritmů, což pozitivně ovlivní nasazení počítačů v dalších oblastech řízení.

Realizace funkcí operačních systémů je již dnes neúměrně zatížena. Operační systémy se stávají nesmírně složité a tím přestávají plnit svoji původní funkci, tj. usnadnit styk mezi programátorem a po-

čítačem. Proto vývoj operačních systémů můžeme odhadnout tak, že různé standardní počítače budou převedeny z řízení programového (software) na řízení technickými prostředky (hardware). Tím se uvolní kapacita operačních systémů pro plnění jiných funkcí, které nelze hardware zabezpečit.

V rozvoji nových myšlenek, které mají největší naději být zdrojem pro realizaci kvalitativních generačních změn v oblasti programování, jsou tendence k přechodu od zařízení algoritmického k řízení pomocí dat. Podstatou této myšlenky je odvození funkcí, které dává počítač jako výpočet, nikoliv z předepsaného algoritmu programu, ale z vlastností dat. Tyto myšlenky jsou zatím na úrovni abstrakce, realizace je zatím v nejjednodušších formách. Zatím jde pouze o přidělování paměti a kontrolu tohoto rozsahu z části deklarace nebo z délek operandů. Složitější případ představují formátové transformace při konverzích mezi médii.

V generačním faktoru oblastí a způsobů nasazení počítače můžeme formulovat kvalitativní změny takto:

— počítač pouze počítá bez možnosti

respektovat vlastnosti dat a způsob jejich vzniku a užití. Tato fáze odpovídá prvé a zčásti druhé generaci;

— počítač navíc organizuje data v návaznosti na jejich vznik, zpracování a užití. Tato fáze spojená s rozvojem úloh zpracování dat odpovídá přibližně druhé generaci;

— počítač organizuje proces řízení ve svém systému. Tato fáze, odpovídající rozvoji multirežimů sdílení času v rámci třetí generace, znamená pronikání myšlenek paralelního zpracování několika úloh, což vede ke složitosti projektů nasazených počítačů, jak se s nimi setkáváme na vrcholu třetí generace.

Až sem platí teze, že počítač ovlivňuje způsob nasazení. Analýza některých významných generačních faktorů podporuje představu o čtvrté fázi způsobu nasazení, ve které dochází ke kvalitativní změně v tom smyslu, že vnější proces a způsoby nasazení ovlivňují práci počítače. Proto tedy počítač je zaorganizován do procesu použití a musí mu vyhovovat. Tuto fázi nazveme systémovou. Její příznaky se objevují v závěru třetí generace a budou zřejmě vrcholit v generaci další.

Perspektivy využití výpočetní techniky v armádě

Po rozboru tendencí rozvoje výpočetní techniky můžeme odvodit další možnosti jejího využití v armádě. Rozvoj mikroprocesorů můžeme uplatnit ve zbraňových systémech. Dosud užívané počítače zbraňových systémů pracovaly převážně na analogovém principu. Jsou to počítače, které pracují se servomechanismy. Tento princip je již překonán. Pokud zůstaneme u analogového principu, budou počítače se servomechanismy nahrazovány analogovou elektronickou počítačací sítí. Příkladem této vývojové tendence je trenážer TL 29 pro školní letoun L 29. Původní verze trenážeru obsahovala kromě jiných dílů 20 servomechanismů a 60 operačních zesilovačů. Novější verze trenážeru s podstatně širšími možnostmi má jen 10 servomechanismů, ale trojnásobek původního počtu operačních zesilovačů, převážně integrovaných.

Můžeme předpokládat, že u počítačů zbraňových systémů budeme stále více používat číslicových principů, realizovaných mikroprocesory. Příkladem může být balistický počítač pro výpočet prvků střelby tankového kanónu. Balistický počítač je schopen ve velmi krátkém čase (několik desetin sekundy) vypočítat prvky střelby s ohledem na všechny balistické

i povětrnostní vlivy, včetně náklonu tanku a pohybu cíle. Tím se podstatně zvyšuje pravděpodobnost zásahu první ranou. Výpočet prvků střelby počítačem bude zřejmě aplikován i u ostatních druhů zbraní.

Velmi perspektivní aplikací počítačů ve zbraňových systémech je palubní počítač bojového letounu. Palubní počítač bude zabezpečovat více úkolů, jako navigaci, bombardování, střelbu, autopilotáž i prověrku agregátů letounu.

Rozvoj výpočetní techniky velmi podstatně ovlivní i její použití v procesu vedení. Cílovým modelem je polní systém velení je automatizovaný systém velení PASUV, jehož cíle a základní takticko-technické požadavky byly již v hrubých rysech stanoveny. Z požadavků na technickou aparaturu PASUV vyplývá, že jim mohou vyhovět teprve budoucí prostředky výpočetní techniky. Z požadavků, kladených na hlavní (centrální) výpočetní prostředek fronty a armády a na specializované výpočetní prostředky a z nutnosti jejich umístění ve speciálních vozidlech nebo obrněných transportérech, vyplývá, že tyto požadavky nemůže splnit soudobá výpočetní technika 3. generace.

Je zřejmé, že výpočetní prostředky automatizovaného systému velení nebudou

pracovat zcela samostatně a izolovaně, ale budou vytvářet funkčně sklobený celek. Zřejmě se uplatní požadavky na tvorbu počítačové sítě. Počítačová síť představuje vyšší kvalitu využití výpočetní techniky. Existenci počítačové sítě podmiňují tyto požadavky:

V oblasti výpočetní techniky:

- nasazení počítačů vyšších generací,
- vysoká výkonnost procesorů,
- velkokapacitní paměť s přímým dostupem,
- využití systémového programového vybavení,
- možnost on-line provozu,
- využití telekomunikačních počítačů;

V oblasti přenosové techniky:

- vytvoření odpovídajících přenosových cest s přesně definovanými parametry,
- moderní konstrukce modemů,
- vyřešení zabezpečení přenosu proti poruchám a utajení přenosu,
- automatická dálková volba a kumulace,
- telekomunikační programové vybavení sítí, přenosové cesty, iniciace terminálů apod.;

V oblasti uživatelské:

- vypracování filosofie provozu a principů uživatelského dostupu k různým počítačům systému velení,
- přístup k informacím, které jsou dislokačně vzdáleny,
- dostatečná celková výkonnost systému.

V automatizovaném systému velení chceme využít schopnosti perspektivních počítačů pracovat podle požadavků procesu, do kterého jsou začleněny. Zřejmě využijeme možnosti paralelního řešení výpočtu (paralelně řízených procesorů), protože řada úloh je pro paralelní zpracování výhodná a sériové zpracování je pro dané úlohy nepřírovnalé. Jsou to takové úlohy, které můžeme přirovnat k tzv. úlohám s rozloženými parametry z technické praxe. K těmto úlohám patří např.:

- vyhodnocování vzdušné situace na základě souvislé radiolokační sítě,
- předpověď povětrnostní situace,

— vyhodnocení velkých zamořených prostorů po hromadných jaderných údezech.

Dosud zpracované programy operačně taktických úloh jsou z hlediska uživatele málo pružné. Bude třeba programy pro operačně taktické úlohy zpracovat ve více variantách tak, aby byly plně akceptovány požadavky uživatele z hlediska času, přesnosti řešení, uspořádání výsledků apod.

Dále se bude rozvíjet programování nenumernických algoritmů. Tohoto využijeme při programování operačně taktických úloh. Budeme zřejmě více využívat i heuristických přístupů hledání optimálních variant. Jsou to takové metody, které umožňují zhodnocovat a využívat zkušenosti. Nenumernické algoritmy a heuristické metody programování operačně taktických úloh lépe postihnou podstatu těchto úloh a lépe simulují myšlenkový postup velitele nebo pracovníka štábu. Z toho vyplývá, že poroste počet operačně taktických úloh, jejichž výsledkem bude i návrh a zhodnocení optimálních variant řešení. Pružnější práce s daty a lepší zpracování bank dat umožní uložit do paměti počítače rozsáhlé informační masívy o vlastních vojskách a o nepříteli a stálou aktualizaci masívů. Na základě sledování změn v informačním masívu o nepříteli budeme moci programově zabezpečit zdůvodnění zámýslu nepřítelů a tím zkvalitnit práci zpravodajských a průzkumných orgánů.

Perspektivní výpočetní technika umožní prakticky realizovat i otázky rozpoznávání a identifikace obrazů a scén (v oblasti optické, zvukové a jiné). Tyto otázky jsou rozpracovány zatím jen teoreticky, praktické výsledky jsou zatím mizivé. Je to však hlavně z toho důvodu, že současné běžné počítače nejsou tak rychlé, aby rozpoznávání bylo zpracováno v dostatečně krátké době. Perspektivní výpočetní technika to však umožní. Využitím těchto metod umožníme nejen čtení dokladů (písemných i grafických), ale např. identifikovat podle hluku skryté nepřátelské bojové vrtulníky, vyčíst z radiolokačního signálu více informací, než vyčte znakem operátor radiolokátoru, zdokonalit diagnostiku poruch vojenské techniky apod.

Na závěr chci uvést, že plně automatizovaný systém velení vojskům bude zaváděn postupně. Budeme zavádět dokonalejší počítače a budovat systém jako funkčně sklobený celek prohlubováním integrace. Postupně zpracujeme programové vybavení, které bude mít stále více systémový charakter. Při realizaci těchto záměrů musíme mít na zřeteli dosažení cílového modelu.