

Приступ информационој подршци командовања преко мултимикропроцесорских рачунарских система

Пуковник доц. др *Радомир Јанковић*, дипл. инж.

Рад је заснован на вишегодишњем истраживању у области архитектура рачунарских система намењених интерактивној информационој подршци раду тима експерата приликом решавања сложених проблема.

Командовање јединицама у војсци типична је област у којој се јавља наведени проблем. Јер, команде – од тактичких и здружених тактичких јединица највиших нивоа, са својим штабовима и другим органима – чине тимове експерата који колективно решавају сложени проблем, односно задатак који јединица треба да изврши.

У чланку аутор разматра значај рачунарске технике у информационој подршци командовања, уз кратак осврт на карактеристична страна решења и главне трендове у тој области у савременим условима. Осим тога, објашњава сопствени приступ на основу генезе архитектуре и основних поставки могућег техничког решења моделарне мултимикропроцесорске фамилије рачунара (МПП) за интерактивну подршку тима експерата.

У закључку се посебно разматра отвореност архитектуре МПП за ширу примену.

Примена савремених достигнућа рачунарске технике и информатике [1] треба да помогне да се разреши основна противуречност у командовању у садашњим условима ратовања: с једне стране, услед нараслих могућности војске (убојна моћ борбених средстава, бројност и покретљивост трупа), за успешно командовање треба прибавити и правовремено доставити одговарајућим органима веома велики број информација, а с друге стране, знатно је скраћено време за прикупљање, обраду и достављање информација, као уосталом и за само одлучивање. Та противуречност нарочито долази до изражаја у условима извођења борбених дејстава. Како је проблем нецелисходно разрешавати повећањем броја људи у командама – штабовима, који тако постају превелики и неефикасни, прибегава се употреби савремених техничких средстава за прикупљање, памћење, обраду, претраживање и пренос информација. Међу тим средствима посебно су значајни дигитални електронски рачунари, са својим пратећим периферијским уређајима и софтвером, односно рачунарска техника и информатика.

У савременим армијама рачунари су већ више деценија у употреби у стратегијским, стратегијско–оперативним командама и у командама и штабовима највиших здружених тактичких јединица. Новија достиг-

нућа у рачунарској техници, посебно све масовнија примена 32-битних микропроцесора, сигнал-процесора, транспјутера и микроелектронике уопште, омогућила су спуштање рачунара на ниже нивое командовања, до тактичких, а у неким случајевима и до основних јединица. Такав тренд проузроковао је следеће захтеве:

- да се сви ти системи повежу и дејствују као јединствен систем;
- да се, нарочито на нижим нивоима командовања, обезбеди функционисање рачунарске технике у отежаним (теренски и ратни) условима и у покрету;
- да велики број старешина користи рачунарску технику у свом свакодневном раду.

За прва два захтева везано је мноштво организационо-техничких проблема, који се, уз више или мање тешкоћа, могу успешно решавати. Трећи захтев је сложенији због тога што су мишљења у вези с информационом подршком командовања углавном недовољно усаглашена.

Како је успешно обављање командно-штабних послова најзначајније за ефикасно функционисање командовања, поставља се питање о улози рачунара у командама – штабовима и ко и како треба да их користи.

У командно-штабним пословима могућа је, углавном, следећа примена рачунара:

- аутоматизација релативно рутинског дела послова (вођење радних карата, израда и дистрибуција докумената, прегледа и табела, приказивање ситуације, оперативно-тактички прорачуни и сл.) који је до сада заокупљао велики део команде и спречавао људе да се више посвете креативнијим делатностима командовања;

- помоћ у процени ситуације и одлучивању (експертни системи за командовање).

Остаје друго питање: ко и како треба да користи рачунаре у командно-штабним пословима?

Постоји мишљење да тај проблем може да се реши школовањем потребног броја „професионалних информатичара“, који би се налазили „уз рачунар“ и омогућавали да га користе старешине из команди-штабова. Недостаци тог приступа се, углавном, сведе на следеће:

- између корисника и рачунара створио би се још један слој људи професионално окренутих рачунарству, много мање општевојно образованих, па би се много времена губило на успостављању везе између корисника и рачунара, с могућим знатним изобличењем информација у оба смера;

- у условима динамике под борбеним дејствима употреба рачунарске технике на начин на који то раде професионални информатичари била би екстензивна и неефикасна. Машине не би биле потпуно коришћене, а корисници би вештачки били од њих удаљени и у критичним ситуацијама, када су рачунари најпотребнији, не би их користили због недостатка времена.

Други приступ подразумева да се све старешине које треба да користе рачунар оспособе да га лично употребљавају на начин на који ради професионални кадар у тој области. Због тога би у програме војних школа требало да се уведе потребан број предмета из рачунарске технике и информатике, што би решило проблем директне повезаности корисника и рачунара. Међутим, с обзиром на то да такво коришћење рачунара захтева велико знање из информатике и готово потпуно искоришћење радног времена само у ту сврху, команданти и остале старешине из команди били би онемогућени да се баве својом основном делатношћу – командовањем трупама које су им поверене. Осим тога, такав рад би могао, евентуално, да се оствари само у командама највиших нивоа, а тежња је да се рачунари користе у здруженим тактичким и тактичким јединицама, где су веома потребни због велике динамике борбених дејстава.

У трећем приступу [2] одбачени су недостаци из прва два приступа, а задржане су њихове добре стране. Наиме, уместо посредника, односно обученог човека – професионалног информатичара, између корисника и рачунара постоји „слој“ специјализоване програмске подршке и посебних уређаја за директнији и природнији рад на рачунару. Корисник би радио на рачунару помоћу много директнијих средстава, као што су глас, слика, употреба говорног језика, интерактиван рад, програмирање кроз примене и слично, а извештаји које би добијао из машине били би њему прилагођени, пречишћени од свих детаља који изискују специјалистичка информатичарска знања. Тако би се рачунари „приближили“ свим старешинама у војсци и њихово коришћење више не би било ограничено само на мали скуп специјалиста. Да би такав приступ у догледној будућности постао реалан, потребно је да се напори усмере у два основна правца:

– *прво*, треба истраживати и развијати нове војне рачунаре који садрже специјализовани хардвер и програмску подршку за такав начин рада. У томе пресудан значај имају научноистраживачке и производне установе у војсци и друштву, као и установе које образују потребне стручњаке (конструктори рачунара, системски програмери и кадар за производњу и одржавање такве опреме);

– *друго*, у војним школама, свих нивоа, треба обучавати будуће старешине да користе такве рачунаре у свом свакодневном раду и да тако аутоматизују што више функција које се могу рачунарски подржати, односно да, помоћу својих апликационих програма, постану носиоци увођења рачунарске технике и информатике у своје делатности ради општег подизања ефикасности командовања у војсци.

Осврт на карактеристична страна решења

У страним земљама, током последње деценије, рачунарска техника се интензивно користи у војне сврхе. Томе је посебно допринео нагли развој микропроцесора и микроелектронике уопште, показивачке тех-

нике и телекомуникација, што је омогућило спуштање рачунарске технике на ниже нивое командовања, увођење њене покретљивости и преносивости, међусобно повезивање рачунара и њихово коришћење у теренским – ратним условима. Рачунари се примењују у системима за командовање, контролу, комуницирање и обавештавање (С³И системима), али је њихова примена најзначајнија за командовање, односно за командно–штабне послове. Наиме, као посебна област на којој се тренутно ангажују значајни људски и материјални ресурси издвајају се експертни системи за доношење одлука, односно за командовање.

Војни рачунари за тактичку примену (информациона подршка система командовања групама) посебно су конструисани и разликују се од комерцијалних рачунара опште намене по облику и техничким решењима, како хардвера, тако и софтвера. На основу резултата истраживања у тој области, може се закључити да војни рачунари имају:

- повећане могућности за међусобно повезивање, како у локалне мреже (на нивоу појединачних већих команди – штабова), тако и у мреже удаљених рачунара (између команди – штабова различитих нивоа командовања и/или садејствујућих суседа истог нивоа);

- могућност симултаног кооперативног рада више корисника – органа команди – штабова који сарађују на тимском експертском решавању сложеног задатка;

- веома развијене могућности интерактивне рачунарске графике;

- процесорску моћ према обиму апликације (нивоу командовања);

- развијен посебан хардвер и софтвер за ефикасан и удобан рад непрофесионалног корисника рачунара;

- разрађене методе и технике сигурности и заштите података и информација како од неовлашћеног приступа, тако и од уништења или оштећења;

- веома развијен испитно–дијагностички софтвер, који омогућава аутоматско испитивање исправности и једноставније одржавање рачунара у неповољним условима;

- високу поузданост и расположивост рачунара;

- покретљивост или преносивост рачунара (зависно од нивоа).

Постоје и одређене тенденције за прилагођење, првенствено ојачавањем, комерцијално расположивих мини рачунара и микрорачунара (персонални) ради њихове употребе за одређене делатности у војсци.

Мини рачунари претходне генерације су, за разлику од великих (mainframe) рачунара, били погоднији за рад у теренским – ратним условима, па су, барем за делатности у војсци које су случне неким применама у грађанству (позадинско обезбеђење, базе података, управљање складиштима и сл.), за које је већ постојао развијен апликациони софтвер, могли да буду, уз одређена улагања, алтернатива посебно развијеним војним рачунарима. На пример, средином осамдесетих година у фирми HONEYWELL постојало је пет производних програма за потребе оружаних снага на основу ојачане верзије мини рачунара нивоа DPS-6 (H-6). Те конфигурације 16-битних рачунара углавном су се

међусобно разликовале по степену ојачања у односу на одговарајуће комерцијалне производе:

– DAS-3 програм био је намењен копненој војсци САД. Систем је монтиран у великој кабини возила тако што је уграђена комерцијална верзија мини рачунара DPS-6 готово без икаквих модификација;

– SNAP програм био је намењен морнарици САД, а систем је предвиђен за уградњу у велике бродове. У односу на комерцијалну верзију изведене су промене на кутијама и подсистему за напајање, и прикључени су нестандартни периферијски уређаји (на пример, штампачи који су већ били коришћени у морнарици);

– ROYAL NAVY програм био је намењен морнарици Велике Британије. Систем је предвиђен за уградњу у мање бродове, што отежава услове за рад, па је изведено више измена у односу на комерцијални рачунар;

– SNAP/MARINE CORP програм био је намењен Корпусу морнаричке пешадије САД. Та верзија је највише измењена у односу на комерцијални рачунар због захтева да се користи у најтежим условима. Наиме, систем је био преносив, а његове компоненте су уграђене у сандуке чија маса појединачно није већа од 60 kg (да га могу носити два војника). За њихову монтажу и састављање било је довољно да три члана посаде раде четири сата. Осим тога, уграђени су нестандартни периферијски уређаји;

– TACCS систем је 1984. године био перспективни програм развоја фирме HONEYWELL, предвиђен за примену у копненој војсци (за чету). Сачињавају га мали преносни уређаји типа радне станице. Међутим, због такве конфигурације систем је био веома скуп.

Осим наведених програма, за примену у ваздухопловству фирма HONEYWELL развила је и рачунар AN/UJK-37, који је знатно ојачана верзија мини рачунара H-6. Ојачани мини рачунари које је производила фирма HONEYWELL за потребе оружаних снага углавном нису примењивани у тактичке сврхе, него само за информациону подршку позадинског обезбеђења, и то већ на нивоу чете. За коришћење таквих рачунара неопходан је одговарајући ниво знања из информатике. Уз то, и само ојачавање мини рачунара, због технологије мањег ступња интеграције, намеће више проблема везаних за конструкцију, а њихово решавање може компромитовати евентуалне уштеде у односу на развој посебног рачунара за војне примене.

Нешто већи успех може да се постигне ојачавањем микрорачунара (персонални). Наиме, садашња технологија нуди алтернативу мини рачунарима, засновану, пре свега, на релативно јевтиним микропроцесорским компонентама.

За даљи рад и истраживања у тој области веома је значајна чињеница да су 16-битни и 32-битни микропроцесори постајали комерцијално доступни и да се све шире примењују, а тенденција ка повећању брзине обраде испољава се у примени паралелних архитектура и одговарајућих алгоритама софтвера.

Одговарајућа решења заснована на микропроцесорима потискују 16 и 32-битне мини рачунаре израђене од дискретних компонената. Тренд је прелазак на мултимикропроцесорске системе, који због својих перформанси конкуришу супермини рачунарима, чија је цена много приступачнија. За војску су, тако, постали интересантни микрорачунарски системи са TEMPEST сертификатом, односно потврдом америчке Националне агенције за безбедност (NSA) да су погодни за рад у отежаним условима, пре свега у вези с компромитујућим електромагнетним зрачењима. Осим тога, ти уређаји морају бити робустнији, поузданији и расположивији од њихових комерцијалних аналога. На пример, GRID је комерцијални микрорачунар са TEMPEST сертификатом, заснован на 16-битним микропроцесорима INTEL 8086 и 8087, са 512 Кбајта RAM меморије и 384 Кбајта мехурасте (bubble) меморије. Има RS 232C и IEEE488 спреге, масу пет килограма, робустан је и има преклопиви плазма панел-екран, а може да издржи ударце и вибрације до 65 G. Оперативни систем је компатибилан са MS-DOS и подржава велики број стандардних примена, као што су: обрада текста, рад са базама података, графика и слично. Такве рачунаре војници на терену могу да користе за писање извештаја, стварање базе података о материјалним ресурсима, логистику, слање порука и електронску пошту. Посебно је значајна могућност за ажурно вођење и приказивање ситуације на терену, јер је рачунар снабдевен оптичким диском и графичким подсистемом с монитором у боји, на којем се на мапи терена могу суперпонирати тактички знаци.

Озбиљно ограничење тог и сличних ојачаних персоналних рачунара јесте то што је могућ истовремени рад само једног корисника (једнокориснички систем). То искључује могућност ефикасније сарадње органа штаба – команде на тимском решавању задатака, па ограничава примену тог и сличних рачунара на ниже нивое командовања (по процени до батаљона) и/или да буде интелигентни терминал рачунара за командовање виших нивоа.

Једно од новијих искустава у примени рачунарске технике у војсци, посебно за командовање у условима извођења борбених дејстава, јесте рат у Персијском заливу, вођен почетком 1991. године, који је био углавном технолошки рат. На страни мултинационалних снага (МНС), рачунарска техника, и информациона технологија уопште, имала је прворазредну улогу, која је чак превазишла осталу уобичајену техничку подршку тог првенствено електронског рата (телекомуникације, електронска дејства и сл.). На страни МНС потребну информациону технологију обезбедиле су углавном САД, које су биле и главни корисник. Осим тога, био је веома значајан и висок ниво обучености и спремности људства западноевропских земаља за употребу те технологије, првенствено Велике Британије и Француске, а донекле и арапских припадника МНС (Саудијска Арабија и Египат).

Мултинационалне снаге су користиле рачунаре првенствено за:

– симулацију борбених дејстава од тактичких радњи нивоа чете до операција најширих размера;

- подршку командовању, управљању, комуницирању и обавештавању на бојном пољу у реалном времену (C³I системи);
- планирање и вођење операција, поготову ваздухопловства, морнарице и копнене војске, као и за координацију међу њима;
- логистичку подршку и уопште информациону подршку позадинских активности.

Најзначајнији информациони системи који су коришћени у рату у Заливу јесу [3]:

- WORLDWIDE MILITARY COMMAND & CONTROL SYSTEM (WWMCCS), који је чинио основну глобалну рачунарску мрежу Пентагона, а главни произвођачи били су IBM, GTE и Honeywell;

- MODERN AGE PLANNING PROGRAM (MAPP), који је коришћен за симулирање сценарија борби за Врховну команду генерала Schwarzkopfa, чији је главни произвођач била фирма Computer Sciences Corporation;

- JOINT DEPLOYMENT SYSTEM за управљање померањем материјалне подршке свих видова оружаних снага, чији је главни произвођач била фирма Computer Sciences Corporation;

- STOCK CONTROL & DISTRIBUTION PROGRAM, који је помогао ваздухопловству у многим његовим делатностима, а његов главни произвођач била је фирма Computer Sciences Corporation;

- TACTICAL ARMY COMBAT SERVICE SUPPORT COMPUTER SYSTEMS (TACCS), намењен за одржавање ажурних података о људству и санитетском обезбеђењу, чији је главни произвођач била фирма Unisys;

- MILITARY AIRLIFT COMMAND INFORMATION PROCESSING SYSTEM (MACIPS), који је послужио за управљање транспортном авијацијом за превоз трупа и материјала, чији је главни произвођач била фирма Computer Sciences Corporation;

- AIRBORNE BATTLEFIELD COMMAND CONTROL CENTER (ABCCC II), који је коришћен за подршку садејствима и координацију ваздухопловства, копнених и поморских снага, засновану на електронски прикупљеним подацима с бојног поља у реалном времену, чији је главни произвођач била фирма Unisys.

Карактеристично је да су ти системи радили на великим (mainframe) рачунарима оружаних снага, који нису били повезани само у глобалне и интервидовске мреже, што је углавном омогућила стандардизација и међусобна компатибилност информационе технологије помоћу стандарда какав је оперативни систем (UNIX SYSTEM V фирме АТТ, него и са радарима и другим електронским сензорима, који су их непрестано снабдевали свежим подацима с бојног поља у реалном времену.

На нижим нивоима масовно су коришћени ојачани персонални („lap-top“) микрорачунари типа GRID SYSTEMS, и то првенствено као интелигентни терминали за наведене информационе системе, али и као теренски лични рачунари за старешински кадар и подршку одређених

радњи на тактичком нивоу. Коришћени су, практично, свуда на терену: у командним возилима, у заклонима, под шаторима, па чак и на отвореном простору.

Концепција рачунара за командовање

Рачунар за командовање намењен је за информациону подршку рада органа команди и штабова на пословима командовања нивоа бригаде, корпуса, армије и врховне команде и њима равних установа и јединица. Истраживања су показала да је за такву подршку погодна фамилија покретних мултипроцесорских рачунара (MPR), уграђених у кабине на возилима које су опремљене средствима везе и другим уређајима. Рачунари се тако могу превозити по ратишту и радити у условима извођења борбених дејстава, као и међусобно повезивати, а разликују се у конфигурацији, односно према броју и врсти градивних електронских модула и/или прикључених периферијских уређаја. Рачунари из фамилије MPR за подршку командовања могу се поделити на:

- мање конфигурације за ниво бригаде;
- средње конфигурације за ниво корпуса;
- веће конфигурације за ниво армије или ВК:

Основне поставке на којима је заснована концепција архитектуре фамилије рачунара за командовање (MPR) следеће су:

– архитектура MPR треба да задовољи потребе већине војних примена, како непроцесних (командовање, симулација борбених дејстава, позадинско обезбеђење и сл.) тако и процесних (борбени системи);

– архитектура MPR треба да омогући актуелност софтверских решења у петнаестак година од увођења у наоружање;

– компатибилност с претходно израђеним софтвером и/или подацима који су већ у употреби постиже се првенствено на нивоу преводилаца виших програмских језика, а према достигнутом ступању преносивости користиће се различите технике конверзије, у распону од софтверских транслятора до ручног прекодирања и уношења;

– архитектура MPR треба да се прилагођава успостављеним стандардима или, барем, најчешће коришћеним техничким решењима, према следећем приоритету: а) системске и локалне магистрале, б) оперативни системи (изнад језгра) и језици високог нивоа, и ц) комуникациони протоколи;

– архитектура MPR треба да обезбеђује и стимулише развој преносивог софтвера како би се трајање ефеката улагања у софтвер максимално продужило;

– архитектура MPR треба да се ослања на микропроцесорску технологију;

– архитектура MPR треба да буде модуларна и мултипроцесорска, чиме се постиже: а) добијање MPR различитих конфигурација (прилагођених применама, на пример, различитим нивоима командовања) од истих саставних елемената, б) већа поузданост у експлоатацији, могућ-

ност да у случају отказивања неког дела MPR настави да функционише са смањеним перформансама, ц) погодније одржавање и економичнији комплети резервних делова, и д) веће серије истоврсних модула – економичнија производња;

– жељене перформансе MPR треба да се постижу техникама доступним у нашој земљи, а не онима које зависе од поседовања врхунске базне полупроводничке технологије;

– војне спецификације MPR треба да се постижу специјалним паковањем модула и обезбеђењем управљања макро и микроамбијенталним условима.

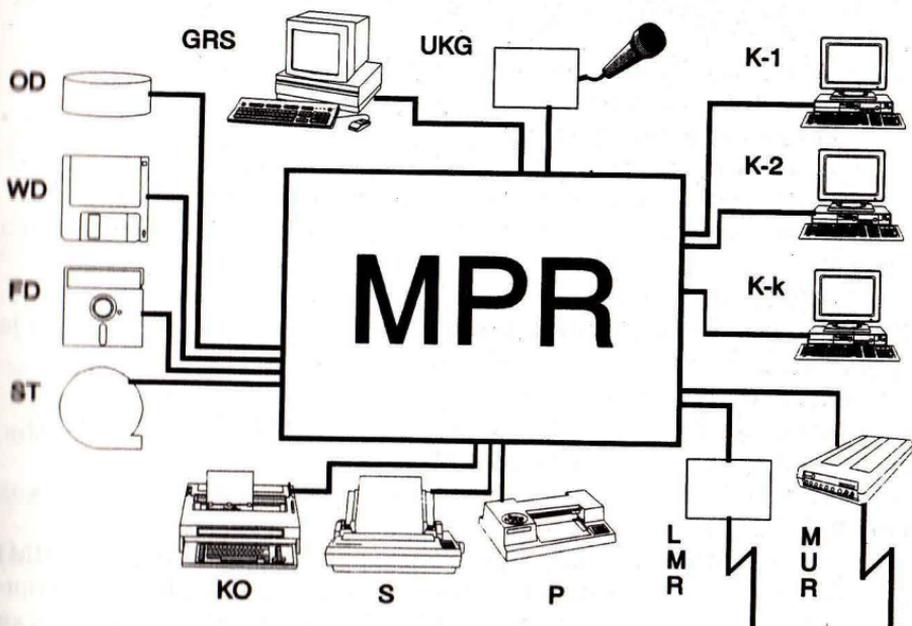
Генеза архитектуре MPR

Генеза модуларне архитектуре мултимикропроцесорског рачунарског система за информациону подршку интерактивног рада тима експерата може да се сагледа кроз:

- одређивање околине MPR као система;
- одређивање подсистема MPR;
- разраду подсистема MPR до нивоа модула.

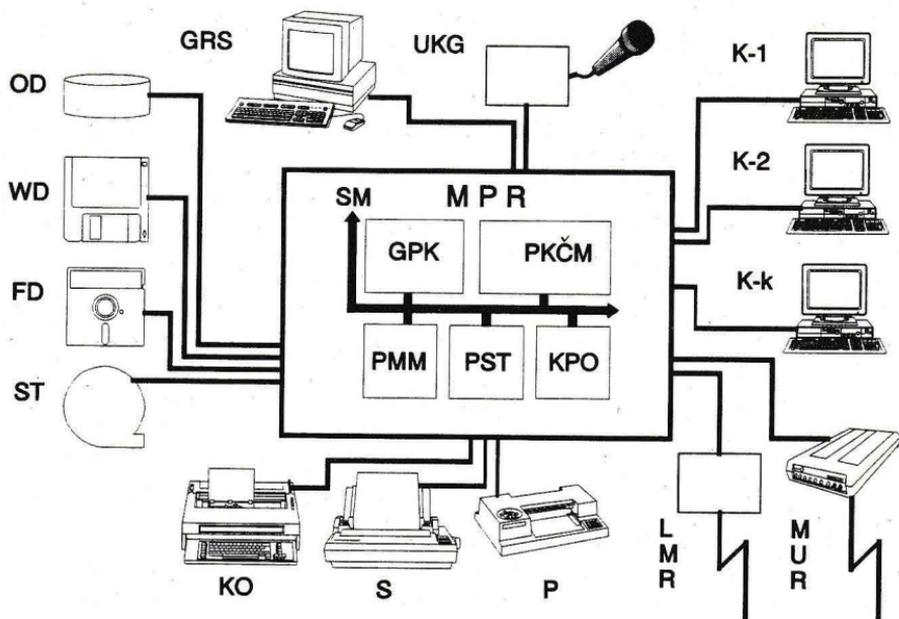
На сл. 1 приказан је први корак у генези архитектура MPR. Околину MPR као система чине:

- К корисничких терминала (од К-1 до К-к);
- корисничка графичка станица (GRS);
- спрега за комуникацију корисника с MPR гласом (UKG);
- спрега за рад MPR у локалној мрежи рачунара (LMR);



Сл. 1 – Генеза архитектуре MPR: околина

- спрега за рад MPR у мрежи међусобно удаљених рачунара (MUR);
- системски терминали – конзола оператора система (KO), штампачи (Š), плотери (P) и слично.



Сл. 2 – Генеза архитектуре MPR: подсистеми

На сл. 2 приказан је други корак у генези архитектуре MPR. Подсистеми MPR као система су:

- главни процесорски комплекс (GPK);
- подсистем масовних меморија (PMM);
- подсистем системских терминала (PST);
- комуникациони подсистем (KPO);
- подсистем за комуницирање човека са машином (PKČM).

Подсистеми MPR међусобно су повезани и комуницирају преко системске магистрале (SM).

Трећи корак у генези архитектуре MPR односи се на њене модуле. У оквиру подсистема главног процесорског комплекса (GPK), који је приказан на сл. 3, постоје следећи модули:

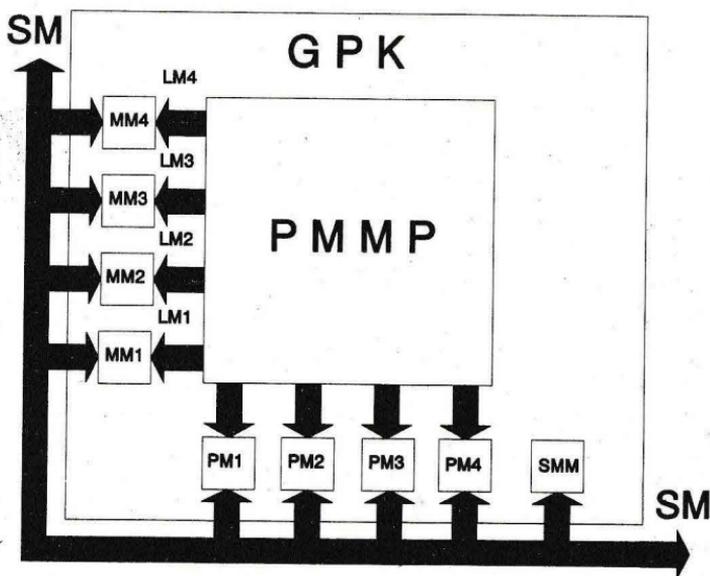
- процесорски модули (од PM-1 до PM-4);
- меморијски модули с двоструким приступом (од MM-1 до MM-4);
- системски меморијски модул (SMM);
- програмабилна мрежа за повезивање процесорских и меморијских модула (PMMP).

За комуницирање између процесорских (PM) и меморијских (MM) модула користе се локалне магистрале (од LM-1 до LM-4). За комуницирање између процесорских модула (PM) користи се посебна серијска магистрала, или систем прекида на самим процесорским модулима

(PM) у комбинацији с резервисаним подручјима у меморијским модулима (MM и SMM).

У оквиру подсистема масовних меморија (PMM) постоје следећи модули:

- процесор winchester диска (PWD);
- процесор оптичког диска (POD) – опција;
- контролер флексибилне дискете (KFD);
- контролер стример-траке (KST);



Сл. 3 – Генеа архитектура MPR: модули подсистема GPK

Подсистем системских терминала (PST) има следеће модуле:

- контролер конзоле оператора (KKO);
- контролер линијског штампача (KLS);
- контролер матричног штампача (KMS);
- контролер плотера у боји (KP).

У оквиру комуникационог подсистема (KPO) постоје модули:

- процесор за повезивање MPR у мреже удаљених рачунара (MUR) за различите нивое командовања;
- процесор за повезивање MPR локалне мреже рачунара (LMR) за више MPR у оквиру једне веће команде.

Подсистем за комуницирање човека са машином (PKČM) има следеће модуле:

- процесор графичке станице (PGS);
- процесор за комуницирање гласом (PKG);
- процесор корисничких терминала (PKT);

Напредак у генези који је постигнут дефинисањем модула, њихових функција, начина рада и међусобне повезаности довољна је основа за

даљу, детаљну разраду хардвера архитектуре разматраних мултимикро-процесорских рачунара.

Основи могућег техничког решења MPR

Могуће техничко решење MPR добија се детаљнијом разрадом наведене архитектуре. На основу тог решења MPR може, уз примену 16-битних и 32-битних микропроцесора, да прекрива опсег перформанси од 600.000 до више од 10 милиона инструкција у секунди (600 MIPS до више од 10 MIPS) у главном процесорском комплексу, што омогућава употребу рачунара адекватних могућности на различитим нивоима командовања (бригада, корпус, армија и ВК).

Основи техничког решења MPR следећи су:

– Подсистеми рачунара међусобно су повезани 32-битном системском магистралом (SM). За SM бира се једна од у свету распрострањених стандардних системских магистрала, на пример, магистрала VME, која због своје пропусне моћи од више десетина Мбајта/с, припадне 32-битне локалне магистрале VSX и серијске магистрале VSB, као и бројних компатибилних процесорских, меморијских, контролерских, комуникационих и других специјализованих електронских модула, чини основу за изградњу перформантних мултипроцесорских рачунарских система.

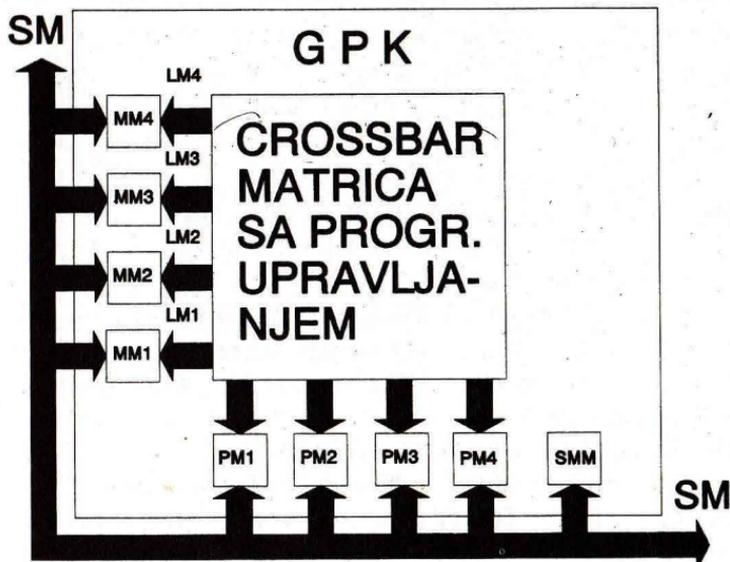
– ГЛАВНИ ПРОЦЕСОРСКИ КОМПЛЕКС (GPK) има процесорске модуле (од PM-1 до PM-4) који су засновани на 32-битним микропроцесорима опште намене, меморијске модуле с двоструким приступом (од MM-1 до MM-4), системски меморијски модул (SMM) и програмабилну мрежу за повезивање тих модула и меморија (PMMP). Сви ти модули су стандардни VME-компатибилни електронски модули који се, зависно од количине, набављају на тржишту или развијају сопственим снагама. Изузетак је модул PMMP, који се развија за ту сврху уколико се решава као CROSSBAR-матрица с програмским управљањем [4], што је приказано на сл. 4. У једноставнијим конфигурацијама MPR, PMMP изоставља се уз директно спајање PM и MM модула преко паралелних локалних магистрала LM типа VSB, чиме се добија GPK с фиксном структуром међуповезивања (сл. 5).

– У оквиру главног процесорског комплекса сваки процесорски модул има и сопствену спрегу за одговарајућу локалну 32-битну магистралу, што омогућава, уз меморијске модуле са два приступа и програмабилну мрежу за међусобно повезивање процесора и меморија, *независан паралелни рад процесора приликом извршења програма, физички раздвојен од масовних блоковских преноса података* који се јављају приликом улазно-излазних операција, обраћања масовним меморијама или комуницирања с другим MPR. Тиме се, уз задржавање предности архитектура са заједничком магистралом, отклања њихов основни недостатак – загушење системске магистрале.

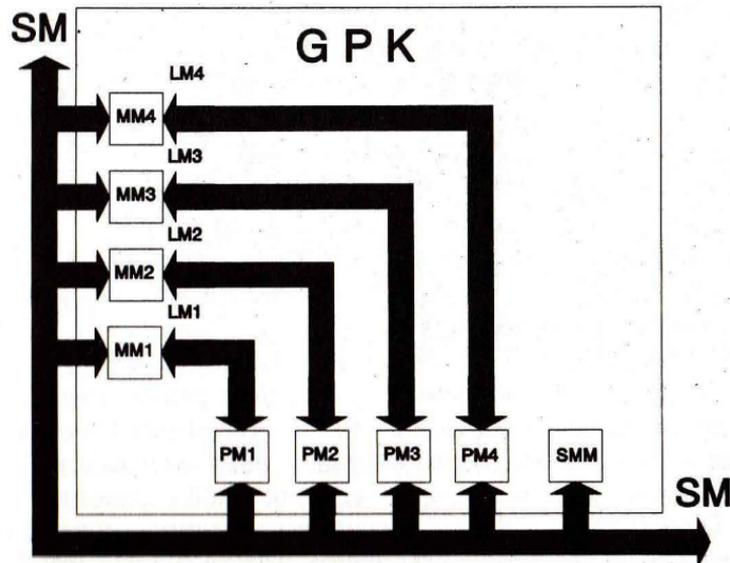
– За међусобно комуницирање процесорских модула у главном процесорском комплексу може да се користи посебна брза серијска

магистрала, типа VSB; или постојећи систем прекида на модулима РМ, уз посебно резервисана подручја за поруке у меморијским модулима ММ и SMM.

– ПОДСИСТЕМ МАСОВНИХ МЕМОРИЈА (РММ) састоји се од winchester диска (WD), оптичког диска (опција), флексибилне дискете (FD) и стример-траке (MT), који су у непосредној околини МРР, као и од њихових процесорских или контролерских модула у оквиру самог



Сл. 4 – GPK са crossbar-матрицом са програмским управљањем



Сл. 5 – GPK са фиксном структуром међуповезивања

MPR. Све те масовне меморије набављају се на тржишту као готови производи, као и одговарајући процесорски, односно контролерски модули, јер међу VME – компатибилним модулима на тржишту постоје већ развијени модули за ту сврху који чак обухватају и више наведених функција одједном. Према потреби, зависно од количине, процесорски модули за значајније масовне меморије (winchester диск и оптички диск) могу се развити посебно за потребе фамилије MPR, јер би преузимање, односно спуштање дела функција у вези с управљањем подацима на тај ниво знатно растеретило главни процесорски комплекс.

– ПОДСИСТЕМ СИСТЕМСКИХ ТЕРМИНАЛА (PST) састоји се од конзоле оператора (КО), линијског или матричног штампача (Š) и плотера у боји (P), који су у непосредној околини MPR, као и њихових контролерских модула у оквиру самог MPR. Ти терминали се такође набављају на тржишту, уз неопходна ојачања да би могли да се користе у возилима и на терену. Њихови контролерски модули су такође VME – компатибилни и већ постоје као готови производи.

– КОМУНИКАЦИОНИ ПОДСИСТЕМ (KPO) састоји се од процесора за повезивање MPR у мреже удаљених рачунара (KPMUR) за различите нивое командовања и у локалне мреже рачунара (KPLMR) за више MPR у оквиру једне веће команде.

– ПОДСИСТЕМ ЗА КОМУНИЦИРАЊЕ ЧОВЕКА СА МАШИНОМ (PKCM) састоји се од графичке радне станице (GRS), уређаја за комуницирање гласом (UKG), који се налазе у непосредној околини MPR, и корисничких терминала (од K-1 до K-k), који се налазе код удаљених корисника.

– ГРАФИЧКА СТАНИЦА MPR обезбеђује квалитетан приказ и измену приказа ситуације на терену. Треба да има монитор у боји, резолуције најмање 1024 × 1024 елемената слике, у 16 боја по избору, тастатуру, „миша“, графички таблет, уређај за копирање садржаја екрана у боји, сопствене масовне меморије за смештај података са војних карата и сопствени системски софтвер.

– УРЕЂАЈ ЗА КОМУНИЦИРАЊЕ ГЛАСОМ (UKG) намењен је за управљање радом и коришћењем MPR гласом и за говорни излаз MPR ка кориснику. За препознавање говора користи се оригинални алгоритам, заснован на примени једнобитно кодованог спектрограма и динамичког програмирања. [5].

– КОРИСНИЧКИ ТЕРМИНАЛИ се не развијају посебно за MPR, већ могу да се користе постојећи алфанумерички и/или графички терминали, зависно од места примене. Као интелигентни кориснички терминали MPR користе се, по потреби, одабрани и за војну употребу робустирани персонални рачунари који постоје на тржишту.

– СОФТВЕР MPR обухвата: оперативни систем, асемблерски језик, преводиоце за програмске језике опште намене (на пример, PASCAL, C, ADA, FORTRAN и COBOL), софтвер за дистрибуиране базе

података, развојни софтвер за израду експертних система за командовање и апликациони софтвер.

– ОПЕРАТИВНИ СИСТЕМ MPR (OS-MPR) јесте мултипроцесорски, мултипроцесни и мултикориснички систем [6], с језгром у два нивоа. Први, нижи ниво језгра постоји на сваком од процесорских модула РМ из GPK и омогућава конкурентно квазипаралелно извршавање апликативних процеса додељених појединачним РМ. Други, виши ниво језгра постоји само на једном од РМ, који је задужен за глобалне системске функције OS-MPR, као што су: распоређивање послова на појединачне РМ, организација блоковских преноса података по системској магистралу (SM), улаз/излаз, управљање CROSSBAR-матрицом и слично. У вишим слојевима, који се налазе над језгром, корисник треба да види OS-MPR као један од стандардних оперативних система, на пример UNIX, што омогућава коришћење мноштва готових софтверских производа уз задржавање свих предности мултипроцесорске архитектуре MPR.

– У највишим слојевима, над оперативним системом, налази се посебан системски софтвер за војне потребе (на пример, комуникационе услуге), а над њим апликациони софтвер.

– ПРЕНОС ПОДАТАКА за MPR треба да оствари повезивање MPR у локалне мреже и у мреже удаљених рачунара, и то коришћењем сопствених преносних путева, који су у саставу комплета MPR (оптички, коаксијални и пољски телефонски каблови) и/или расположивог система веза.

– МОГУЋНОСТ РАДА У ПОКРЕТУ условљена је постојећим стањем у појединим технологијама које се примењују у MPR (на пример, масовне меморије, периферијски уређаји и сл.), као и стањем у расположивом систему веза. Према процени, рад у покрету биће могућ у догледној будућности, а као прелазно решење реалан је рад у застанку, с временом успостављања преноса не већим од 0,5 часова, с ослободом на постојећи систем веза.

Предложено техничко решење фамилије MPR, посебно главног процесорског комплекса са три врсте коришћених магистрала и програмбилном мрежом за међусобно повезивање, даје потребне основе за највећи степен паралелног рада који се може остварити с употребљеним микропроцесорима, као и могућност динамичког додељивања процесорских и меморијских ресурса апликационим и системским процесима у MPR. Тај највећи степен паралелности рада огледа се у могућности да се у GPK истовремено и потпуно независно одвија онолико процеса колико има процесорских модула. Решење представља отворену архитектуру у којој се подсистеми једноставно и ефикасно прикључују, уклањају, независно реконструишу и додају. То омогућава коришћење решења не само за MPR него и за друге системе. С друге стране, обезбеђена је перспектива и дуготрајност архитектуре, уз постепену замену подсистема према различитим брзинама напредовања појединих технологија.

Мултимикропроцесорски рачунар као систем, с осталим уређајима који му припадају, најчешће би се уграђивао у кабину на возилу, сличну оној која се користи у системима веза. Осим тога, рачунари архитектуре изведене из разматраног МРР могли би се уграђивати и у различите друге војнотехничке системе (оклопна борбена и друга возила, пловни објекти, ваздухоплови и сл.) као њихови подсистеми. Најзад, предвиђа се и широка примена таквих рачунара као самосталних система у различитим условима, почев од рада у чврстим грађевинским објектима до рада под шаторима, импровизованим заклонима и на отвореном простору.

Закључак

У чланку је размотрен значај рачунарске технике у информационој подршци командовања, а затим је учињен кратак осврт на страна решења и основне трендове у тој области. Осим тога, дата је генеза и могуће техничко решење мултипроцесорске архитектуре МРР, које се заснива на коначном скупу процесорских, меморијских и других модула, на бази савремених 32-битних микропроцесора. Посебна пажња посвећена је архитектури најважнијег подсистема МРР – главног процесорског комплекса (ГРК).

Главни процесорски комплекс се решава као мултипроцесор, заснован на процесорским модулима, меморијским модулима с два приступа, системској магистралу, локалним магистралама, серијској магистралу за међупроцесорску комуникацију и програмабилној мрежи за међусобно повезивање процесорских и меморијских модула. На тај начин постиже се:

- прави паралелан рад ГРК, који омогућава да се, уз употребу 16-битних или 32-битних микропроцесора, оствари широк спектар рачунарске моћи, потребан за подршку различитих нивоа командовања;
- физичко раздвајање два у суштини некомпатибилна начина обрађања меморији (приликом блоковског преноса података и приликом извршавања програма), што је основни узрок неефикасности архитектура рачунара са заједничком магистралом.

Подсистеми предложене архитектуре МРР прилагођени су потребама командовања, с нагласком на модуларни ГРК, који је погодан за примену различитог обима на различитим нивоима, веома развијеном подсистему за интерактиван рад човека са машином и комуникационом подсистему који омогућава рад како у локалним, тако и у глобалним мрежама рачунара. Осим тога, у МРР предвиђен је и подсистем масовних меморија са скупом системских терминалних уређаја који подржавају основне примене рачунарске технике у командовању.

Међутим, архитектура МРР може да има широку примену и у другим сложеним техничким системима у војсци:

- *прво*, основни циљ је да се и тим системима у потребној мери обезбеде функције подршке командовању;

– друго, основни делови архитектуре MPR могу да преузму заједничке функције војних техничких система које се заснивају на примени рачунарске технике (на пример, тестирање, дијагностика, комуникација с оператором и сл.);

– треће, предложена флексибилна архитектура MPR може да послужи као основа за развој других врста војних рачунара. Због тога би требало развити подсистеме који обављају функције специфичне за такве рачунаре (на пример, рад у реалном времену). С друге стране, у таквим случајевима из архитектуре MPR могли би се уклонити подсистеми који су сувишни (на пример, масовне меморије код уграђених рачунара за рад у реалном времену, код којих би и системски и апликациони софтвер стално стајао у EPROM-меморијама).

Известан број рачунара који су већ развијени за поједине војне системе а не подржавају потребне функције командовања могли би се интегрисати са MPR као његова специјална периферија. Зато би требало размотрити могућности за примену архитектуре MPR у свим војним системима који интензивно користе рачунарску технику, а нарочито у системима веза, системима за електронска дејства и противдејства, системима за осматрање и извиђање, системима ПВО и системима за управљање ватром.

Литература:

1. А. Пезељ, Р. Јанковић, *Утицај информационе технологије на руковођење и командовање*, „Војно дело“, бр. 5, Београд, 1989.
2. Р. Јанковић, *Хијерархијски дистрибуирани информациони систем за потребе Центра високих војних школа, ЦВВШ „Маршал Тито“*, КША КоВ, Београд, 1983.
3. М. Лепун и др., *This army marches on silicon*, International Business Week, бр. 3189–519, 1991.
4. Р. Јанковић, *Мултимикропроцесорски рачунарски систем за трансакциону обраду порука у реалном времену*, докторска дисертација, 1987.
5. М. Матаушек и М. Киш, *Препознавање говора применом динамичког програмирања и једнобитно кодованог спектрограма*, XXVIII Југословенска конференција ЕТАН, Сплит, 1984.
6. М. Хајдуковић и др., *Структура операционог система и протокол међупроцесорске сарадње у мултипроцесном систему*, XXXII Југословенска конференција ЕТАН, Сарајево, 1988.