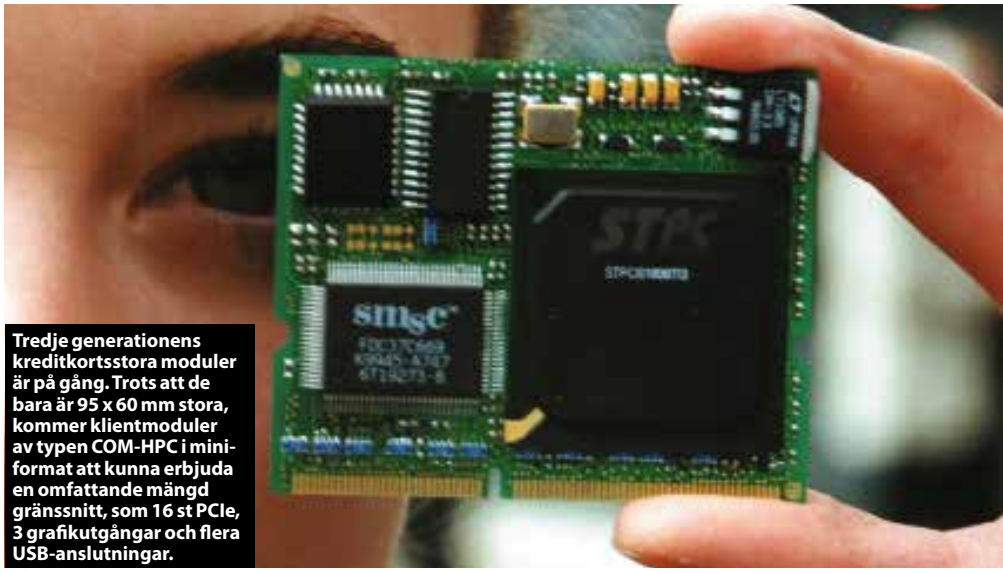
EXPERTARTIKEL

Nya datormoduler

Klart för start: tredje generationens kreditkortsstora datormoduler



Tredje generationens kreditkortsstora moduler är på gång. Trots att de bara är 95 x 60 mm stora, kommer klientmoduler av typen COM-HPC i mini-format att kunna erbjuda en omfattande mängd gränssnitt, som 16 st PCIe, 3 grafikutgångar och flera USB-anslutningar.

Av Zeljko Loncaric, Congatec

Zeljko Loncaric är marknadsingenjör på Congatec. Innan han började i mitten av 2010 hade han olika befattningar på internationella företag inom produktledning, marknadsföring och försäljningsmarknadsföring i Tyskland och Australien. Zeljko, som har en MBA i företagsledning och en examen i medieteknik från universitetet i Deggendorf, är Bosch-utbildad elektronikteknikker.

Det nya COM-HPC Mini-formatet är början på en ny era av platsbesparande inbyggnadsdatorer, baserade på kreditkortsstora datormoduler. Denna tredje generation ger alla utvecklare en enorm prestandaökning och flera typer av gränssnitt än någonsin tidigare.

Undersöker man utvecklingen av kreditkortsstora moduler (COM) ser man att marknaden mycket väl skulle kunna åstadkomma flera varianter. Den första generationen av standardiserade moduler, DIMM PC, ersattes av COM Express Mini, som följdes av Qseven och något senare SMARC. Dessa två alternativ till COM Express Mini skapades för att spara kostnader på kontaktdonet, vilket var viktigt för konstruktioner med lågkostnads- och lågeffektprocessorer med en strömförbrukning på några watt. En annan anledning var att man ville använda ARM-processorer, vilket inte var möjligt med COM Express. COM-HPC Mini siktar å andra sidan på högpresterande kreditkortsstora moduler och kommer sannolikt att vara det enda riktiga valet för detta segment.

COM-HPC Mini är också ett alternativ för den som vill migrera större lösningar med COM Express Compact (95 × 95 mm) och COM Express Basic (95 × 125 mm) till kreditkortsmoduler. Detta gäller särskilt för högvolymsprodukter av detta format i låg- och mellansegmentet, så länge processorn passar i formatet. För sådana konstruktioner ger COM-HPC Mini en enorm utrymmesbesparing utan förlust av prestanda och praktiskt taget utan förlust av anslutningar. Med COM-HPC Mini kan man snabba upp miniatyriseringen inom detta segment, vilket, om man tar en titt på historiken för kreditkortsstora datorer, har inneburit en enorm ökning i både prestanda och kontaktdensitet.

DIMM PC var de första kreditkortsstora modulerna

En av pionjärerna på datormodulmarknaden var Hans Mühlbauer, som under lång tid var involverad i COM-specialisten Congatecs verksamhet. Redan i början av 1990-talet introducerade han och hans dåvarande företag JUMPtec de första modulerna med måtten 100 × 160 mm, baserade på den då vanliga AT/ISA96-bussen, utrustade med Intels 80C88-CPU på 9,64 MHz, 640 kByte DRAM-minne och en kortkantskontakt som klarade 120 signal- och kraftanslutningar. Det var också han som kring millennieskiftet utvecklade specifikationen för DIMM-PC. Den var ungefär lika stor som ett kreditkort på 68 × 40 mm och kortkontakten hade 144 poler. Dessa DIMM-datorer var betydligt mer kompakta än de första ModulAT-korten, men erbjöd ändå fler anslutningar, trots det mindre formatet.

DIMM-datorerna var alltså början på de första COM-enheterna i kreditkortsstorlek. Detta format var mycket lätt att marknadsföra. År 2000 hyllades till exempel en variant av denna specifikation som världens dittills minsta industri-PC. Modulen, som kallades "Little Donkey" var visserligen något större än vad DIMM-PC-specifikationen (68 × 55 mm) angav, men denna lilla arbetshäst innehöll också grafik och det var första gången en modul erbjöd alla funktioner som behövdes i en industri-PC. Tidigare DIMM-datorer stödde inte grafik.

Inriktad på små och energieffektiva applikationer

Hjärtat i DIMM-datorn var en 100 MHz x86-kompatibel STPC. De huvudsakliga slutprodukterna var små enheter avsedda för mobil datainsamling, avsedda för till exempel järnvägs- och tågsystem eller operatörsterminaler för närvaro- och passerkontroll. Dessa datorer rekommenderades också för användning i varuautomater och kiosksystem. I en server för Internet var avsikten att skapa decentraliserade processer för fjärrvisualisering, underhåll, övervakning och kontroll. I princip talade man redan vid den tiden om IoT, Industry 4.0 och 5G, även om dessa modeord inte existerade ännu. I själva verket kunde allt som behövde vara litet, energisnålt och mobilt implementeras med denna dator.

Prestandan hos dessa DIMM-datorer och antalet anslutningar var dock långt ifrån vad inbyggnadsvärlden har att erbjuda idag. Förutom att de hade 32 MByte DRAM och 512 kB

på gång

Ögongodis: DIMM PC:n "Little Donkey" som släpptes år 2000 var först med att ha grafik på kortet och kallades vid denna tid för världens minsta industri-PC (© SAMS Network).

Både storleken och antalet anslutningar har ökat mellan µQseven och COM-HPC, men ändå är alla de format som visas här ungefär lika stora som ett kreditkort (85,6 x 53,98 mm).

8-bitars Flash BIOS, hade de ISA- och PCI-buss ombord, och den senare beskrevs som "modern". IDE-hårddiskar och disketter var fortfarande de vanligaste lagringsmedierna. En parallellanslutning till skrivare och två seriella gränssnitt fanns också, och dessutom en PS/2-mus och PC/AT-tangentbord. På grund av de många parallellgränssnitten fanns det bara plats för ytterligare några I/O-anslutningar innan den 144-poliga DIMM-PC-kontakten var slut. Kontakten som användes vid den tiden – nomen est omen – var den som specificerades för SO-DIMM-minnesmoduler år 1999. När anslutningarna tog slut fick grafiken kopplas via en extra kontakt.

År 2000 tog datormodulerna fart på allvar

Under påföljande år etablerade sig dessa datormoduler som den viktigaste konstruktionsprincipen för inbyggda datorsystem. Det gällde särskilt för mellan- och högprestandaklasserna ETX, COM Express, COM-HPC och moduler i kreditkortsstorlek. Studier som utförts av bland andra IHS Markit uppskattar att datormodulerna stod för cirka 38 procent av den totala försäljningen av inbyggda datorkort, moduler och system under 2020. Ett av huvudargumenten för användningen av moduler var att man inte behövde få in alla funktioner på ett enda kort, vilket kunde verka hämmande på processorernas snabba innovationscykler. Vid den tiden lanserade Intel och AMD nya processorer på marknaden var sjätte månad. Så moduler var avgörande för branschen för att kunna säkerställa den nödvändiga livslängden för konstruktionerna, eftersom det var osäkert hur länge de äldre CPU:erna skulle vara tillgängliga. Skalbarheten är förstås också relevant för möjligheten att ta fram olika varianter med olika prestanda. Argumentet att göra I/O-kortet mindre komplext är också mycket viktigt. Som regel krävs betydligt färre kopparlager för I/O. Detta sänker kostnaden för kretskortskonstruktionen. Minskad strömförbrukning och värmeavgivning spelade också roll för varje ny modultyp. Och i slutänden vill kunderna då som nu alltid ha den senaste CPU:n. Detta är också lätt att uppnå med moduler.

Modulerna kan också minska kabeltrassel

De första modulerna nådde marknaden när användningen av x86-teknik fortfarande var i sin linda. På den tiden var x86 och Windows ännu inte etablerade i branschen och man hade fortfarande problem med den blå skärmen. I detta avseende var dessa moduler mer att betrakta som "pirat"-produkter från en nystartad bransch, och inte representanter för en livscykelgeneration i en etablerad modulstandard.

Vid den tidpunkten hade företaget JUMPtec redan visat upp en specifikation och gjorde i själva verket det nödvändiga pionjärarbetet för den globala modulverksamheten. Med framgång, om man ser till den fortsatta utvecklingen fram till idag. Ett giltigt argument för moduler fanns i form av SBC-formatet PC/104, som inte erbjöd tillräckligt med utrymme för kontakter när de monterades på samma sida som CPU och kringkretsar. När kundernas önskemål om fler anslutningar blev mer påträngande, monterades kontakterna även på kretskortets baksida, för att göra det möjligt att ansluta ännu mer kringutrustning. Dåtidens konstruktionsprincip PC/104 innebar också att I/O måste dras till kapslingen med kablar. Det resulterande kabeltrasslet ledde till ökad känslighet för systemfel, vilket gjorde att ren och snygg kabeldragning på den tiden sågs som kännetecken på en bra systemkonstruktion. Ett viktigt argument för modulkonceptet var därför att begränsa kabeltrasslet genom att ansluta extern I/O till kapslingen via ett applikationsspecifikt substrat, utan kablar. Dessa argument gäller alla modulstandarder, oavsett prestandaklass och därmed även för moduler i kreditkortsstorlek.

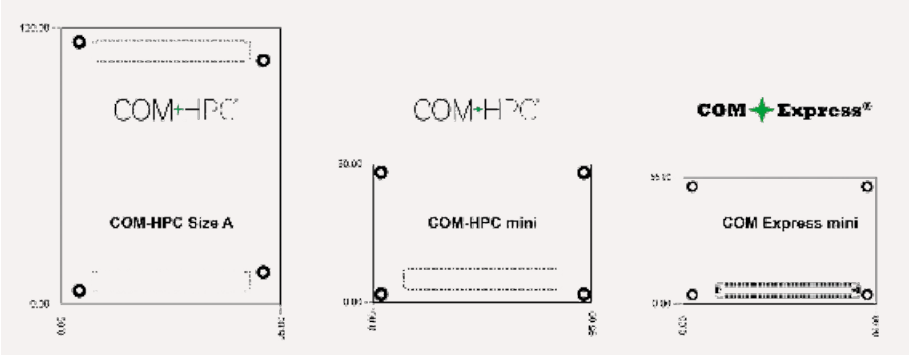
Strid om det bästa modulkonceptet

DIMM-PC-formatet för ISA/PCI-baserade moduler hade inget lätt liv. Anledningen var inte att det fanns för många alternativ, vilket var fallet i mellan- och högprestandasortimentet, där flera modulkoncept konkurrerade under en tid, tills ETX slutligen vann. Utmaningen med moduler i kreditkortsstorlek var snarare deras dimensioner, som inte längre lämpade sig för nyare x86-processorer och deras kretsfamiljer. Pentium M som introducerades 2003 och var en revolution för den tidens marknad för inbyggnadsdatorer, fick helt enkelt inte plats på ett kreditkort. Av denna anledning kunde endast processorer med lägre effekt användas på DIMM-datorer, som 568 ZFx86 från ZF Micro Devices, med en klockfrekvens på 128 MHz, eller STPC Elite från STMicroelectronics.

COM Express Mini

När användningen av PCI Express-bussen blev mera utbredd och ISA-bussen inte längre stöddes, efterlystes snart en ny modulspecifikation: COM Express. Den antogs officiellt av PICMGs standardiseringskommitté år 2005. Standardiseringsprocessen tog ett och ett halvt år efter konceptets första presentation hos Intel hösten 2003. Från revision 2.0 från år 2010 till nuvarande revision 3.0,

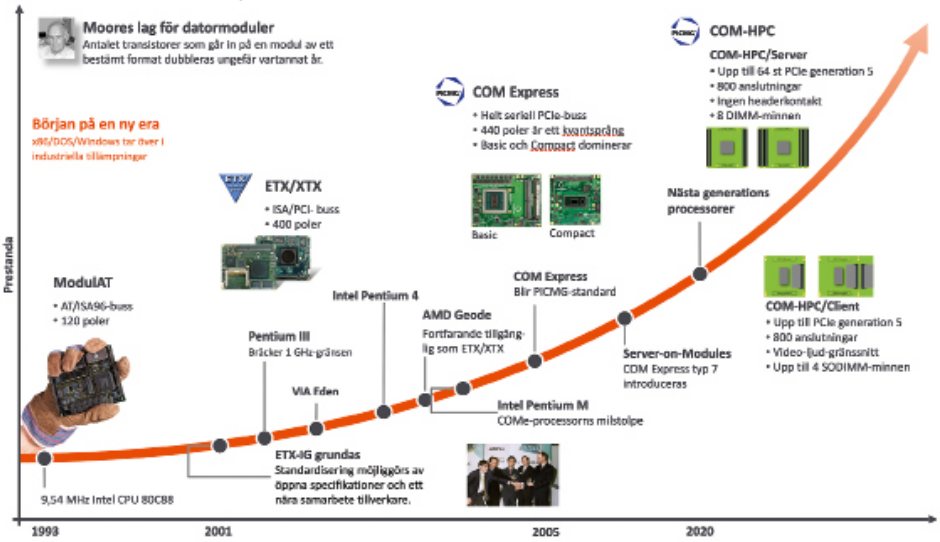
►►



En jämförelse mellan COM-HPC Mini, COM Express Mini och den större COM-HPC storlek A.

De första prototyperna av en COM-HPC Mini modul med Intel Atom-processor och passande substrat är redan under utveckling.

En snabbtitt på utvecklingen av datormoduler.



FAKTA

ETX, COM Express och COM-HPC

Utöver marknaden för datormoduler i kreditkortsstorlek, finns det även en marknad för medel- och högpresterande datormoduler. ETX och COM Express är två modulformat som specificerats av oberoende standardiseringsorgan inom denna sektor. Dessa har nu etablerat sig och erbjuder allt bättre prestanda på betydligt högre nivå, till följd av den tekniska utvecklingen. En tredje generation COM-HPC lanserades år 2019, avsedd att uppfylla de högsta prestandakraven för bredband och 5G-anslutna enheter, -maskiner och -system. Precis som med COM Express, finns det server- och klientmoduler. Med modulerna i kreditkortsstorlek blir utbudet av de båda specifikationerna komplett.

utvecklades COM Express-specifikationen kontinuerligt under ledning av redaktören för utkast, Christian Eder, som också arbetade under Mühlbauer på JUMPtec, senare på Kontron och sedan på Congatec.

Utöver det mycket framgångsrika formatet COM Express Basic (125 × 95 mm) och COM Express Compact (95 × 95 mm), specificerades även formatet COM Express Mini (84 × 55 mm) för kreditkortsstora moduler. För första gången fanns det nu specifikationer för alla vanliga storlekar. Detta enhetliga ekosystem uppmuntrade ledande automationsleverantörer över hela världen att basera sina PC och kompakta styrkonstruktioner för montage på DIN-skena, där ju storleken är mycket viktig, på denna specifikation. Det innebar att de kunde använda samma standard för alla lösningar i sin produktportfölj, vilket gav ytterligare fördelar, som enhetliga konstruktionsregler och komponenter.

COM Express Mini-modulerna tog fart i och med lanseringen av de första Intel Atom-processorerna år 2008, vilka var de första med en allt-i-ett-systemstyrkrets, alltså en kombination av nord- och sydbryggorna. Därför passade de perfekt på COM Express Mini och än idag, 17 år efter PICMG-lanseringen, är de de dominerande processorerna för detta format, även om det finns leverantörer som använder AMD Ryzen eller till och med 8:e generationens Intel Core-processorer. Exempelvis sträcker sig de moduler som idag finns tillgängliga från Congatec från den tredje Intel Atom-generationen, över den fjärde och femte, till de nuvarande processorerna i Intel Atom x6000E-serien, samt Intel Celeron och Pentium N & J-processorer (kodnamn ”Elkhart Lake”).

SMARC kör om COM Express Mini

Utöver COM Express Mini utvecklades ytterligare två specifikationer: SMARC (82 × 50 mm) och µQseven (70 × 40 mm). Det andra standardiseringsorganet för inbyggd datorteknik, som grundades 2012, stödjer nu dessa i form av leverantörsoberoende standarder. En utlösande faktor för utvecklingen av dessa specifikationer var önskan att, parallellt med x86-tekniken, även kunna använda ARM-processorerna som blivit allt populärare, vilket inte hade varit möjligt med COM Express Mini. Det andra skälet var att sänka kostnaderna. Med COM Express måste både substratet och själva modulen ha ett kontaktdon. SMARC och µQseven kräver å andra sidan bara en kortkantskontakt. Båda standarderna nyttjar den kontakt som utvecklats för MXM-grafikkort för bärbara datorer. Så på sätt och vis lever DIMM-PC-principen för att ta kontaktstandarder från IT-sektorn kvar.

SMARC, med sina 314 poler, har varit det mest framgångsrika av denna typ av kreditkortsstora datorer. µQseven har bara 230 poler. Antalet anslutningar kan vara en anledning till att SMARC dominerar marknaden för kreditkortsstora moduler över COM Express Mini, även om COM Express överlag dominerar för klient- och servermoduler, med alla sina olika storlekar och anslutningar. SMARC klarar också ett bredare urval av processorer än COM Express Mini. När det gäller Intel- och AMD-processorer är det därför omöjligt att dra slutsatser från allmänt tillgängliga siffror vilken standard som kommer att bli ledande i slutänden. Faktum är dock att SMARC erbjuder 43 procent fler anslutningar än COM Express Mini och 37 procent fler än µQseven. Ändå är µQseven inte på nedgång. Tvärtom: dess storebror Qseven spås växa mest mellan 2022 och 2026, vilket säkert kommer att smitta av sig på µQseven. Uppenbarligen blomstrar lågprissegmentet med färre funktioner också, tack vare IoT-trenden.

Det enda man vet säkert är att allt ändras hela tiden

Som överallt annars fortsatte den tekniska utvecklingen i modulvärlden, och det blev dags att presentera den tredje generationens datormoduler i kreditkortsstorlek. Syftet med den nya HPC Mini-specifikationen som presenterades vid Embedded World 2022 var att möjliggöra nya applikationer i miniformat som krävde högre prestanda än vad den nuvarande COM Express Mini klarar. PICMGs arbetsgrupp för COM-HPC var något ovilliga att utveckla dessa nya kreditkortsstandarder eftersom allt deras arbete var inriktat på de nya avancerade server- och klientmodulerna. Men i och med lanseringen av COM-HPC började COM Express Mini-användarna undra om det kanske kunde finnas en nästa generations moduler även för dem.

Förfrågningar kommer dock inte bara från COM Express Mini-användarna utan även från COM Express Compact-gruppen, eftersom deras befintliga system skulle kunna miniatyriseras på detta sätt.

Vad har COM-HPC Mini att erbjuda?

COM-HPC Mini kommer att kunna erbjuda många gränssnitt som COM Express inte klarar, som USB 3.2 med 20 Gbit/s, USB 4.0 med 40 Gbit/s, PCIe generation 4/5 med upp till 16 kanaler, NVMe-protokollet och mycket mer. Den nya kontakten är viktig i den nya specifikationen. Den nuvarande COM Express-kontakten är begränsad till PCIe generation 3.0 med en klockfrekvens på 5,0 GHz och 8 Gbit/s. Den nya kontakten stöder överföringshastigheter på mer än 32 Gbit/s, tillräckligt för att stödja PCIe generation 5.0 eller till och med generation 6.0. Dessutom behöver de nya processorgenerationerna som är avsedda för edge computing flera anslutningar än tidigare. COM-HPC Mini kommer att ta itu med detta genom att erbjuda 400 anslutningar mot substratet, fantastiska 81 procent fler än COM Express Mini. Jämfört med SMARC är det fortfarande en ökning med 27 procent. Jämfört med COM Express Basic eller Compact, som båda har 440 anslutningar, innebär det att 90 procent av kapaciteten hos fullstora Type 6-klientmoduler eller headless edge-servermoduler (Typ 7) är tillgänglig. Den som inte behöver hela kapaciteten till 100 procent kan följaktligen byta.

De som konstruerar system baserade på något av de befintliga formaten, måste nu bestämma sig för om de vill byta till det nya COM-HPC Mini-formatet när de ska ta fram nästa generation av sina system. COM-HPC Mini ska dock inte ses som en ersättning för COM Express Mini eller SMARC. Och precis som COM Express inte ersatte ETX, så kommer COM-HPC inte heller att ersätta COM Express. Det tillhör praxis att fortsätta att stödja befintliga konstruktioner under lång tid. Än idag finns det fortfarande ETX/XTX-moduler som kunder kan använda, baserat på dåtidens konstruktionsprinciper. I detta avseende bevisar den nya COM-HPC Mini-standarden också att de grundläggande idéerna som gällde då, gäller än idag, bara med en annan prestandanivå. Naturligtvis har kraven blivit betydligt mera komplexa för den som vill konstruera med nya processorer. Därför är det idag mycket mera meningsfullt att ta bort all I/O från processormodulen och istället använda ett applikationsspecifikt substrat, snarare än att placera alla komponenter på ett enda kretskort.

När kommer COM-HPC Mini-modulerna att finnas tillgängliga?

Utvecklingsavdelningarna hos företag som Congatec arbetar redan i full fart med att fastställa detaljerna i specifikationen för arbetsgruppen i PICMG. De granskar också de första konstruktionsstudierna kring COM-HPC Mini avseende den senaste processortekniken, som halvledartillverkare som Intel delar med sig av via sitt program kallat "early access". De första COM-HPC Mini-modulerna från Congatec kommer att visas upp redan under första halvåret 2023. Om du är på gång med nya konstruktioner är det dags att utvärdera COM-HPC Mini.

Det finns för övrigt ingen anledning för utvecklare att oroa sig för att en ny generation av SMARC skulle kunna vara på gång. Det finns för närvarande ingen kortkantskontakt som både erbjuder 400 poler och den överföringskapacitet som följer av detta. Teoretiskt kan OSM-standarden vara ett alternativ; men eftersom denna handlar om inlödbara moduler är den knappast jämförbar med pluggbara moduler. OSM Size-M (medium) har 476 BGA-pinnar på 30 × 45 mm medan Size-L (stor), som är 45 × 45 mm har imponerande 662 stycken! Högpresterande processorer är dock för stora för detta format, så det kommer att dröja innan det finns sådana lösningar för processorer i Intel Atom-klassen.

Slutsatsen kan inte bli någon annan än att det inte finns något sätt att gå runt COM-HPC Mini! För alla utvecklare betyder detta först och främst största möjliga säkerhet i konstruktionsarbetet. ■