



MICHAEL DZIEDZIC/UNSPLASH

Så väljer du minne till ditt industriella IoT-system



Tio punkter att överväga

I takt med att hårdvara för industriellt IIoT (IIoT) utvecklas ökar mängden och kvaliteten på data som skapas exponentiellt. Därmed förändras sättet som IIoT-data hanteras, lagras och analyseras. Det finns ingen standardiserad datahierarki eftersom det finns många källor och många klienter. Den stora mängden genererad data är inte heller begränsad till lokala anslutningar för specialbyggda tillämpningar, utan finns tillgänglig i ett nät av anslutningar.

Elektronikkonstruktörer måste därför kunna avgöra vilken typ av minnes- och lagringsteknik som ska användas för IIoT-hårdvaran. Både DRAM och flashminne kan användas. Valet avgörs av olika anledningar som till exempel speciella dataegenskaper, uthållighet och tillförlitlighet som garanterar drift dygnet runt, prestanda, effektförbruk-

Av Arthur Sainio, Smart Modular Technologies



Arthur Sainio är produktmarknadschef på Smart Modular Technologies. Han leder arbetet med att bana väg för minnestekniker såsom MRAM och NVDIMM i tillämpningar som industriellt IIoT (IIoT), telekommunikation, flyg och försvar. Det gör han bland annat genom att engagera sig i konferenser, webinarier och NVDIMM Special Interest Group inom organisationen SNIA:s initiativ SSSI (Solid State Storage Initiative) där han även är medordförande. Tidigare har han varit produktmarknadschef på Hitachi Semiconductor.

ning, livslängd, skalbarhet, robusthet, temperatur, säkerhet och pris.

1. Dataegenskaper

Egenskaperna hos IIoT-data är avgörande i valet av lagringsmedia liksom konfigurationen hos minnet som ska används i sys-

temdesignen. IIoT-system som samlar in videodata kan använda 3D NAND-flash som lagrar tre bitar per cell (TLC, triple-level cell) eller fyra bitar per cell (QLC, quad-level cell). Dessa är vanligt förekommande i olika typer av SSD- och SD-kort. Vid videoinspelning är inte varje enskild bit kritisk så flashminnet

kan vara av enklare kvalitet, så kallat consumer grade. Detsamma gäller för DRAM, som kvalitetsmässigt varken behöver vara så kallat industriklassat (enterprise grade) eller ha felkorrigering (ECC).

Vid numerisk IIoT-data är det viktigare att upprätthålla dataintegriteten. Dataanalys nedströms eller övervakning kan kräva varningar om något går fel. Ta som exempel ett system som kräver att temperaturövervakningen reagerar om en databit ligger utanför bestämda parametrar. I sådana situationer räknas varje bit; därför är det viktigt att noga överväga vilket flashminne som används, för att säkerställa att kritisk data inte går förlorad.

När det gäller DRAM kan det vara värt att addera ECC för att minimera eventuella problem med bitfel. Både kretsar och moduler som stöder ECC finns tillgängliga.

2. Uthållighet och tillförlitlighet för 24/7-drift

IIoT-system är typiskt konstruerade för långvarig kontinuerlig drift – tjugofyra timmars drift, sju dagar i veckan är ett mycket vanligt krav för utomhusskyltar och tillämpningar som processövervakning och automatisering. Tabellen ovan, som jämför olika typer av flashminne och olika P/E-cykler, kan du använda som referens när du ska välja ett lämpligt minne. P/E står för program/erase.

Typ av flashminne	Bitar per cell	Approximativt (P/E-cykler)
2D NAND SLC	1	100 000
2D NAND MLC	2	3 000
2D NAND TLC	3	300
3D NAND TLC	3	3 000
3D NAND TLC	4	300

Figur 1. Tabellen jämför olika typer av flashminnen.

Systemkonstruktionen måste matcha hur ofta data kommer att skrivas till flashminnet och hur länge data behöver lagras. Ju mer kritisk data, desto viktigare blir valet. Många industriella system använder fortfarande SLC CF-kort av industriell kvalitet. Det är mycket tillförlitliga (och dyra) flashminneskort, ursprungligen konstruerade för kameror, och klassade för 100 000 P/E-cykler. I många fall är standardiserade SD- eller microSD-kort tillräckligt för att lagra IIoT-data.

DRAM kan skrivas till eller läsa data från minnet hur många gånger som helst. Det viktigaste när du väljer DRAM är tillförlitligheten. Det är önskvärt att använda industriklassat DRAM i IIoT-system som kräver hög tillförlitlighet. Dessa minnen har genomgått mer robusta tester för att minska risken för framtida bitfel vid drift. Alternativet är billigare konsumentklassade DRAM.

Om ett IIoT-system som används för en

kritisk tillämpning inte är konstruerat för att kunna hantera ECC DRAM kan ett alternativ vara att använda industriklassat DRAM, som har hög tillförlitlighet under lång tid.

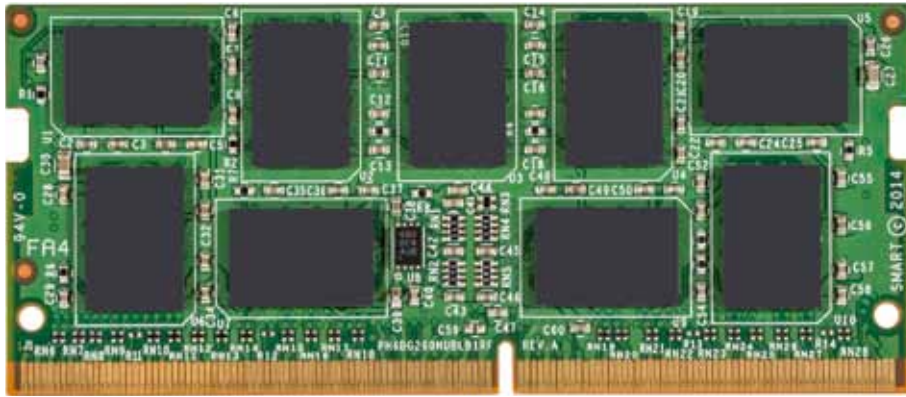
3. Prestanda

Äldre IIoT-system spelade enbart in data, analysen gjordes senare. Nyare system – såsom Smart Wireless Computings systemmoduler och kortdatorer – använder ofta snabbt minne och snabb lagring samtidigt som analysen utförs av enheten i realtid. IIoT-system som övervakar jordbävningar och tidvattenvågor är två exempel på tillämpningar som kräver denna högre prestanda.

Vissa produkter som är avsedda för IIoT-system använder effektsnåla DDR3 (LPDDR3) och LPDDR4-minne för att maximera prestanda vid lägsta möjliga effekt. Processor, minne och lagringsmedia bör väljas tillsammans för att passa tillämpningen. Idag ställs allt högre krav på prestanda i takt med att realtidsdata blivit viktigt för att kunna fatta affärskritiska beslut.

4. Kostnad

Priset för hårdvaran till ett IIoT-system kan variera dramatiskt beroende av vilken typ av minne och lagring som används. Minne och lagring kan stå för mellan 5 och 40 procent av priset för hårdvaran.



Figur 2. Exempel på ett DDR4-kort som används i ett IIoT-system.

Ett komplext industriellt automatiseringssystem som använder maskininlärningsalgoritmer för att identifiera viktiga mätstorheter och som automatiskt justerar inställningar i realtid baserat på förutbestämda preferenser, kommer att ligga i den övre änden av prisskalan. Ett sådant system kräver betydligt mer minne och lagring än exempelvis ett skräddarsytt EKG som analyserar den elektriska aktiviteten hos ett hjärta och visualiserar sensordata via en mobilapp

5. Effektförbrukning

Genom att sänka ett systems effektförbrukning minskar energikostnaden och värmen som utvecklas samtidigt som systemets tillförlitlighet ökar. Låg värmeutveckling gör att en konstruktion inte heller behöver fläkt, vilket är ett vanligt krav hos robusta IIoT-tillämpningar.

Det är populärt att använda LPDDR4 för mobila enheter och IIoT-system eftersom deras nominella driftspänning är låga 1,1V, vilket skruvar ner energiförbrukningen. LPDDR4-standarden stöder dessutom ett förbättrat energisparläge. Det innebär att klockhastigheten kan sänkas när enklare uppgifter utförs i bakgrunden, vilket förlänger batteritiden.

För lagring finns två vanliga lösningar: UFS 2.0- och MicroSD-kort.

UFS 2.0 är ett flashminneskort av eMMC-typ (embedded multimedia controller) som läser och skriver snabbt och kan utföra båda uppgifterna samtidigt. Det förbrukar runt 1 mW i drift och under 0,5 mW i standby, och används ofta i mobila tillämpningar för att förlänga batteriets livslängd.

6. Livslängd

I genomsnitt förväntas ett IIoT-system fungera i mellan sju och tio år. Det är ofta placerat utomhus, eller i andra utmanande miljö, där det både är dyrt och orealistiskt att byta utrustning. Samtidigt är den typiska tiden mellan olika processnoder 18 till 24 månader. Dessutom migrerar minnestekniken, exempelvis från DDR3 till DDR4 eller MLC NAND till TLC NAND, vart tredje till femte år.

Det är onödigt att påpeka att där finns



en mismatch – men klart är att IIoT-system kräver långsiktig support och användbarhet. Helst bör minnes- och lagringskomponenter i möjligaste mån anpassas till IIoT-utrustningens livslängd. Likaså bör försörjningskedjan beaktas när ett IIoT-systems arkitektur definieras.

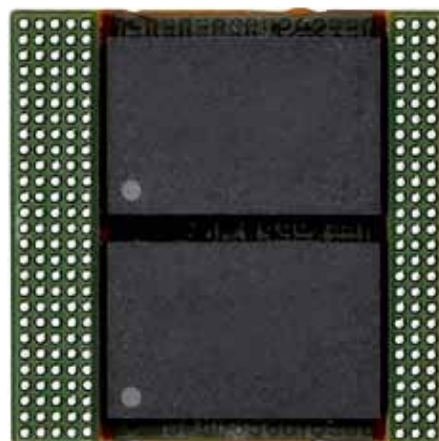
7. Skalbarhet

Skalbarhet är, precis som lång livslängd, kritiskt för ett IIoT-system som ofta måste skalas för att kunna stödja tiotusentals styrenheter, robotar, maskiner och andra specialbyggda tillämpningar.

Detta kan innebära en möjlighet att öka densiteten hos minnet och lagringskomponenter som används och/eller att det går att uppgradera ett system med produkter som har högre prestanda. Ta exemplen video-upplösning och färgdjup – båda ökar och kräver således större lagringskapacitet.

8. Robusthet

IIoT-system används ofta i miljöer där de utsätts för vibrationer, fukt och dålig luftkvalitet. Under dessa förhållanden måste minnes- och lagringskomponenter skyddas. De allra vanligaste åtgärderna är att använda processer som täcker komponenten med ett lager lack och så kallad underfill (conformal coating and underfill) samt att välja special-



Figur 3. Ett exempel på en minnesmodul, en DDR4 MIP, från Smart Modular Technologies.

komponenter som är resistenta mot svavel-dioxidföreningar.

Vanligen uppstår inte denna typ av fel förrän under det tredje året i drift. Vid test och kvalificering bör ett IIoT-system därför utsättas för denna typ av förhållanden.

Förutsägbart underhåll är en teknik som testas i samband med att Industry 4.0 börjar sprida sig. Det handlar om teknik som övervakar en utrustning i drift och uppskatta när det är dags för underhåll. Metod minskar kostnaden jämfört med då rutinmässigt eller tidsbaserat underhåll tillämpas. Möjligheten att i realtid föra över information från ett fabriksgolv till molnet gör dessutom att det går att säkerställa att produktionen kan fortsätta utan avbrott.

9. Temperatur

Standardminnen har ett temperaturområde som sträcker sig från 0°C till +70°C. En av de vanligaste orsakerna till att ett fel uppstår i minnet eller lagrat data är för hög temperatur. Tillförlitligheten hos ett system kan öka dramatiskt om man använder minnen och lagringsprodukter som är klassade att klara industriella temperaturer (-40°C till +85°C). Här erbjuder Smart Modular Technologies moduler som till exempel DDR4 ECC SO-DIMM och DDR4 MIP.

10. Säkerhet

Dataintegritet och säkerhet i moderna (edge) har blivit allt viktigare för IIoT-system. Det bör ingå i systemkonstruktionen att överväga att skydda moderna från cyberangrepp. Både minne och lagringsmedia som används i IIoT-system kan rymma ökad säkerhetsnivå.

För SSD:er är det standarden TCG Opal (Trusted Computing Group) som definierar enhetens autentisering, den är starkare och mer funktionsrik än ATA:s 256-bitars lösenord. TCG Opal i kombination med 256-bitars kryptering gör enheten säkrare än någonsin.

Ett alternativ är den amerikanska standard Federal Information Standard (FIPS) Publication 140-2 (FIBS PUB 140-2) som skyddar regeringshemligheter. Den kräver specifika nivåer av kryptoalgoritmen Advanced Encryption Standard (AES), autentisering (såsom TCG Opal), manipulationsskydd och kontroll av elektronisk utstrålning.

IIoT edge-system kan komma att kräva en av dessa säkerhetsstandarder. För DRAM finns ett relativt nytt säkerhetsalternativ – det använder RCD (Register Clock Driver) hos DIMM-moduler för att upptäcka och spela in obehöriga kommandon, och adresserar åtkomsten från CPU:n till minnet. Upp till 16 kund-definierade säkerhetsregler kan lagras till för att skapa extra skydd.

Slutsatsen av resonemanget ovan är att rätt val av minnes- och lagringskomponenter till IIoT-system blir allt viktigare i takt med att Industri 4.0 expandera från tillämpningar som tillverkning och industriell automatisering, till sektorer som transport, energi, jordbruk och smarta städer. ■