



Thread: Trådlösa nät för IoT-åldern

Tingens eget Internet har fått ett protokoll för trådlös kommunikation som kombinerar IP-adresserbarhet och meshnätets kompetens med låg effektförbrukning.

I dagens uppkopplade hem används ett antal olika standarder för trådlös kommunikation för att koppla samman utrustningar som datorer, mobila enheter, mediaspelare och skrivare. Hittills har Wi-Fi varit arbetshesten för hemmanätverk, särskilt när det handlat om att flytta digitalt media innehåll.

Nu tar egnahemsägarna nästa steg. För att ytterligare förbättra sin komfort, livskvalitet och energieffektivitet börjar de ansluta apparater som värmeregulatorer, ljussensorer, omkopplare och säkerhetsdetektorer runt om i hemmet till Internet. Tingens Internet (IoT – Internet of Things) är på väg in i det uppkopplade hemmet.

I likhet med många andra IoT-enheter är de nätverksanslutna sensorer och aktuatorer som nu föreslås för användning i uppkopplade hem, ytterst energikänsliga. Ofta måste de kunna fungera under flera år på ett enda litet batteri, och det finns snäva begränsningar för beräkningskraft, minne och fysisk storlek. Valet av kommunikationsstandard kan avgöra om alla dessa krav på prestanda och konnektivitet kommer att kunna uppfyllas.

De konkurrerande teknikerna

Dagens etablerade teknologier för trådlös kommunikation tvingar fram ett antal kompromisser när de används för att ansluta ting i hemmet med varandra eller till



Av David Egan, Silicon Labs

David Egan är senior produktchef med inriktning på produkter för ZigBee och trådlösa meshnät med drygt 25 års erfarenhet av produktutveckling, support och operationer.

David har representerat ZigBee Alliance i Europa sedan 2006, och ingår styrelsen som Alternate Director som representant för Silicon Labs.

Internet. Även om Wi-Fi stöder mycket hög genomströmning för transport av audio, video och data runt om i hemmet, så är effektförbrukningen vanligen för hög för användning i små, batteridrivna enheter. Å andra sidan betyder det inbyggda stödet för Internetprotokollet (IP) att anslutningen till Internet är enkel och rättfram.

Bluetooth Smart har å sin sida mycket låga effektkrav, men standarden togs fram för punkt-till-punkt-kommunikation och bulköverföring av data mellan smarta telefoner och tillbehör. Den senaste Bluetooth Core Specification 4.2 lägger en grund för inbyggd IP-konnektivitet i framtiden genom att lägga till stöd för IPv6 och 6LoWPAN.

Lågeffektsteknologier för mesh-networking som använder radioplattformen IEEE 802.15.4 har konstruerats för tillämpningar med låg bandbredd, avsedda för styrning och automation. ZigBee PRO har varit det dominerande protokollet i mer ett decen-

nium, och det passar mycket bra för att ansluta hundratals sensorer och aktuatorer runt om i hemmet. ZigBee PRO-nätverk kan kommunicera med datahastigheter på upp till 250 kbit/s, och effektt behovet är tillräckligt lågt för att möjliggöra batterilivslängder på flera år. Dock har ZigBee PRO inte inbyggt stöd för IP.

Ett ny möjlighet för IP-baserat mesh-nätverkande finns nu tillgänglig: Protokollet Thread har utvecklats för att uppfylla de speciella kraven hos uppkopplade hemapparater och komma förbi begränsningarna hos dagens standarder för trådlösa nätverk. Specifikationen publicerades i april 2015 av Thread Group, där ledande globala namn inom halvledare, konsumentvaror och uppkopplade hem ingår.

Liksom ZigBee Pro använder Thread radioplattformen IEEE 802.15.4. Men till skillnad mot ZigBee Pro är IP-adresserbarhet inbyggd. Dessutom är Thread-protokollets låga effektförbrukning och stöd för robusta, självläkande konfigurationer för meshnät egenskaper som varken Wi-Fi eller Bluetooth Smart kan konkurrera med. Tabell 1 jämför de viktigaste egenskaperna hos Wi-Fi, Bluetooth Smart, ZigBee PRO och Thread.

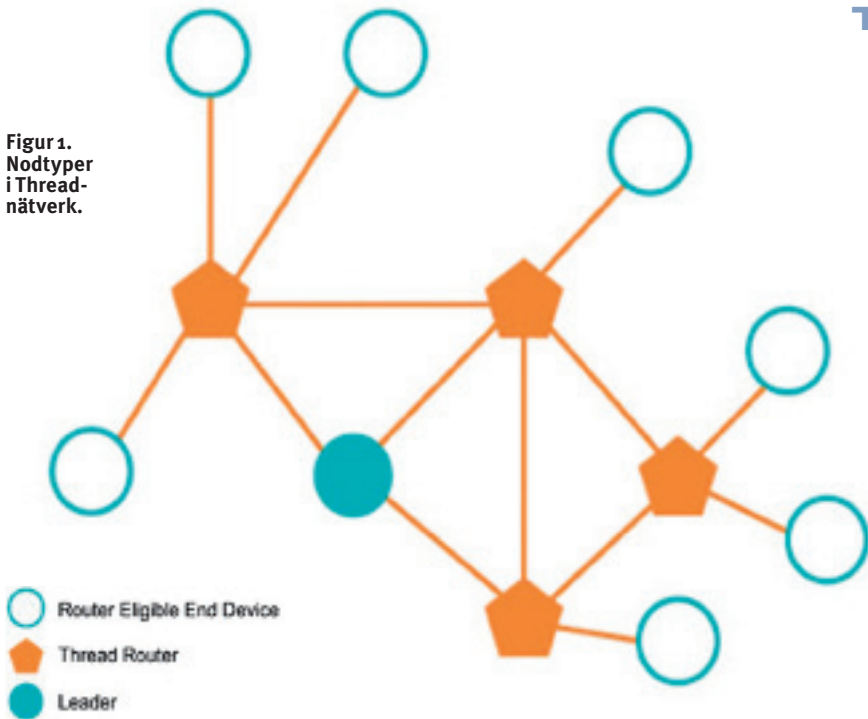
IP-adressering är effektivt

Inbyggd IP-adresserbarhet är en värdefull egenskap för uppkopplade tillämpningar i hemmet. IP utgör kärnmekanismen vid vidaresändning av datagram över IP-nät, och dess routingfunktioner möjliggör kommunikation mellan nät.

	Wi-Fi	Bluetooth Smart	IEEE 802.15.4 ZigBee PRO	Thread
Bandbredd	150+ Mbit/s	1 Mbit/s	250 kbit/s	250 kbit/s
Låg effektförbrukning	Nej	Ja	Ja	Ja
IP-adresserbar	Ja	Nej	Nej	Ja
Enkel IP-brygning	Ja	Nej	Nej	Ja
Mesh-networking	Nej	Nej	Ja	Ja
Praktisk gräns för nätverkets storlek	32	10	250+	250+
Säkerhetsstöd	AES-128/256	AES-128	AES-128	AES-128, ECC
Saknar single-point-of-failure	Nej	Nej	Nej	Ja

Tabell 1: Jämförelse mellan protokoll för meshnät baserade på Wi-Fi, Bluetooth Smart respektive IEEE 802.15.4.

Figur 1.
Nodtyper
i Thread-
nätverk.



Nätverksteknologier som inte har IP-stöd inbyggt måste anslutas till IP via en gateway som översätter mellan lokala nätverksadresser och IP, och ompackar nyttolasten på nätverksnivå till IP-datagram. Lokalnätsteknik med inbyggt stöd för IP, som Thread och Wi-Fi, kan istället direkt vidare-sända och ruta tillämpningarnas nyttolast utan ingrepp utifrån. Paket som krypteras i det lokala nätverket förblir säkra hela vägen mellan sändande och mottagande nod.

Meshnät med extra tillbehör

Threads kombination av låg effektförbrukning och inbyggt stöd för IP ger protokollet unika kvaliteter som möjliggör sömlös konnektivitet mellan "tingen" och Internet.

Thread drar fördel av funktioner som stöds i 6LoWPAN (IPv6 over Low Power Wireless Personal Area Networks) och som gör det möjligt att effektivt överföra IPv6-datagram över IEEE 802.15.4-länkar. Bland dessa funktioner finns anpassning av paketstorlekar, komprimering av huvuden

samt vidare-sändning i skikt två som gör det möjligt att använda IP-routning för att vidare-sända paket.

Thread förenklar konfigureringen och provisioneringen av enheter genom att bara stödja två olika nodtyper: Router Eligible (ungefär "routerkandidat") och End Device.

Router Eligible-noder omvandlas till routrar om de behövs för att stödja meshnätverket. Den Router Eligible-nod som är först med att skapa nätverket kommer att autonomt utses till router, liksom till Leader. En Leader utför ett antal extra uppgifter för styrning av nätet och fattar beslut å nätets vägnar. Andra Router Eligible-noder i nätverket kan överta rollen som Leader, men det kan bara finnas en enda Leader per nätverk vid en given tidpunkt.

Noder som ansluts som End Devices stöder inte några routingfunktioner. Istället sänder de meddelanden till en router som tilldelats rollen som dess "förälder", och denna förälder utför routingoperationer å

sitt barns vägnar. End Devices routrar kommunikation via föräldrar, och de kan programmeras att vara "sömniga" för att minska effektförbrukningen. End Devices som inte kan kommunicera via sina föräldrar kommer efter ett antal försök att autonomt söka efter och ansluta sig till en ny förälder.

Figur 1 visar ett Thread-nätverk med ett antal Router Eligible End Devices (REED), Thread Routers samt en Leader.

Lättviktiga meddelanden

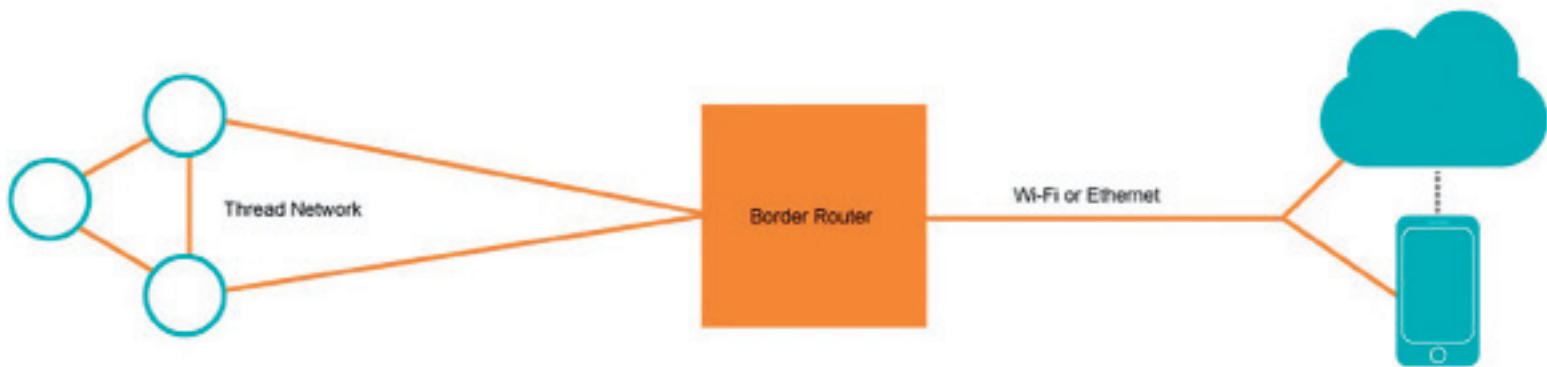
Alla enheter i ett Thread-nätverk har en IPv6-adress. De kan direkt anropas av lokala enheter på ett Home Area Network (HAN), eller utanför nätverket med hjälp av Thread-kompetenta IP-routrar som kallas Border Routers. Figur 2 visar ett typiskt Thread-nätverk.

För meddelandehantering använder Thread protokollet User Datagram Protocol (UDP) istället för Transport Control Protocol (TCP). UDP saknar stöd för ett antal TCP-funktioner som felkontroll, paketsekvensering och återsändningar. Denna nedbantade lösning möjliggör snabbare och mer effektiv överföring, vilket gör UDP bättre lämpat för resursbegränsade enheter med batteribackup.

För att komma förbi några av begränsningarna i UDP använder Thread protokollet Constrained Application Protocol (CoAP). Denna kombination av lättviktiga protokoll gör det enkelt att översätta mellan Thread och HTTP, vilket gör det möjligt att kontakta IoT-enheter direkt från en webbläsare.

Liksom Wi-Fi fokuserar Thread på säker och tillförlitlig transport av information och specificerar inte något tillämpningsskikt. Istället ger Thread tillgång till grundläggande unicast- och multicast-meddelandetjänster som möjliggör stöd för ett stort antal olika IP-tillämpningsskikt.

För att förenkla användandet av dessa tjänster och strömlinjeforma kodutvecklandet har Silicon Labs utvecklat verktyget



Figur 2. Uppkoppling mot ett Thread-nätverk.

AppBuilder, som gömmer undan detaljer på stacknivå och ger användaren tillgång till ett enkelt grafiskt användargränssnitt för konfiguration av enheter och nätverksparametrar.

Låg effekt, skalbart och säkert

Thread ger omfattande stöd för lågeffektsdrift genom att använda vilande slutnoder som tillbringar merparten av sin tid i lågeffektslägen. Meddelanden till en sådan nod buffras av dess föräldernod medan den är i vila, och de sänds först när noden har vaknat och pollat sin förälder.

Thread kan stödja nätverk som innehåller mer än 250 noder. Maximala antalet aktiva noder är 32, vilket gör att routing-information effektivt kan distribueras över nätverket och att alla routrar kan bibehålla synlighet över alla routrar i nätverket.

När nya noder läggs till i nätet anpassar det sig genom att utbyta MLE-meddelanden (Mesh Link Establishment), och topologin kan också komma att ändras. Slutenheter som är Router Eligible kan anhänga hos nätverkets Leader om att bli routrar, om detta bedöms vara nödvändigt för att förbättra nätverkets totala prestanda.

Som mesh-nätverk är Thread självläkande och har ingen single point of failure. Om ett fel uppstår i en router kommer nätverket att dynamiskt omrouta trafiken kring den felande noden. Om det blir fel på en Leader utses automatiskt någon annan router i nä-

”Thread utvecklades för att uppfylla krav som ställs inom uppkopplade hem och komma förbi begränsningar hos dagens standarder för trådlösa nätverk. I Thread Group ingår ledande namn inom halvledare, konsument och uppkopplade hem.”

tet till ny Leader. Genom att använda flera Border Routers går det att uppnå felsäker redundans för kommunikation utanför nätverket.

En konnektivitetsstandard som positioneras för IoT-användning måste kunna erbjuda robust säkerhet. Thread använder AES-128 för att skydda alla nätverkstransaktioner på MAC-nivå (Media Access Control). Dessutom kan standardbaserade IP-säkerhetsprotokoll som DTLS användas på applikationsnivå för att ytterligare säkra nyttolaster.

En kombination av algoritmerna ECC och J-PAKE gör att nya enheter på ett säkert sätt kan läggas till i nätverket. För att en ny enhet ska kunna läggas till i nätet krävs att det finns en enhet som kan utföra driftsätt-

ning. En sådan kan antingen vara en enhet utanför nätverket, som en smartphone eller dator, eller en Thread-enhet på nätverket. Enheter utanför nätverket måste först autentiseras med en säker DTLS-handskaking. Väl auktoriserad kommer den aktiva driftsättningsenheten att göras känd i hela Thread-nätverket.

När en ny enhet läggs till instruerar en användare driftsättningsenheten och matar in ett unikt lösenord som kopplas till den anslutande enheten och används för att upprätta en säker DTLS-session för autentisering och auktorisering. Den nya enheten ges åtkomst till Thread-nätverket, och driftsättningsenheten görs sedan inaktiv.

Sammanfattning

Konsumenterna har upplevt fördelarna med hemmanätverk för att enkelt få internetaccess och möjlighet att dela på innehåll mellan olika enheter. Nu vill de kunna utnyttja fördelarna med uppkopplade hem som innehåller ett stort antal internetanslutna sensorer och aktuatorer. Dessa Internet-of-Things-enheter har stränga begränsningar vad gäller effektförbrukning och storlek, och de kräver ett nytt protokoll för trådlös kommunikation som kombinerar effektiv, nativ IP-adresserbarhet för robust mesh-networking med låg effektförbrukning. Thread har tagits fram för att uppfylla dessa krav. ■

Fjäderklämlister

för kretskortsmontage

- Snabb anslutning utan verktyg
- Fjäderklämmen anpassar automatiskt trycket till kabelarean
- För kabelarea 0,08 - 2,5 mm²

elroman.

specialkabelhuset

Tel. 08-97 00 70 Fax 08-848 31 48 www.elroman.se

METZ
CONNECT