

Inteligentne domy połączone

W dzisiejszych czasach łączność i posiadanie smartfonów są powszechne w wielu częściach świata. To, wraz z innowacjami technologicznymi, dostępnością i przystępnością cenową inteligentnych urządzeń, nadało impetu wyłaniającemu się paradygmatowi Internetu Rzeczy (IoT). Inteligentny podłączony dom jest przykładem tego paradygmatu, dziedzicząc wszystkie aspekty łączności zaangażowanych urządzeń. Inteligentny podłączony dom to miejsce zamieszkania wyposażone w czujniki, systemy i urządzenia, do których można uzyskać zdalny dostęp, sterować nimi i monitorować je, zazwyczaj przez Internet. Według badania przeprowadzonego przez Statista¹, globalny rynek inteligentnych domów w 2015 r. został wyceniony na blisko 9,8 mld USD, a w 2020 r. oczekuje się, że osiągnie około 43 mld USD. Podobnie badanie przeprowadzone na zlecenie August Home i Xfinity Home wykazało, że Przewiduje się, że do 2017 r. rynek krajowy w Stanach Zjednoczonych podwoi się. Badania firmy Icontrol Networks³ wskazują, że bezpieczeństwo osobiste i rodzinne jest kluczowym czynnikiem wpływającym na zakup systemu inteligentnego domu w Stanach Zjednoczonych i Kanadzie. Raport identyfikuje również altruistyczne aspekty związane z technologiami inteligentnego domu. Na przykład około 74% ankietowanych rodziców twierdzi, że lepiej spaliby w nocy, gdyby ich rodzice lub dziadkowie mieli inteligentny dom, aby mogli mieć na nich oko. Podobnie raport wskazuje, że prawie połowa konsumentów zainteresowanych oszczędzaniem kosztów zużycia energii była podekscytowana wykorzystaniem technologii inteligentnych domów w celu oszczędzania energii, a tym samym ochrony środowiska. Ostatnio organizacje komercyjne zintensyfikowały swoje działania związane z inteligentnymi domami, aby wejść na rynek poprzez sprzęt, oprogramowanie i usługi. Na przykład w 2015 r. Apple wprowadził HomeKit, Amazon wprowadził Echo, a Google Brillo. Opublikowano szereg badań ankietowych. Wspomniane badania różnią się znacznie pod względem podejścia i zakresu, niemniej jednak zostały opublikowane przed ostatnimi wydarzeniami w branży inteligentnych domów. Ostatnie postępy obejmują w szczególności platformy integracyjne, nowych interesariuszy, zwiększone wykorzystanie usług w chmurze, urządzenia sterowane głosem oraz powszechną dostępność technologii czujników w nowoczesnych urządzeniach codziennego użytku. Zrozumienie tych komponentów jest kluczem do zrozumienia nowoczesnego inteligentnego domu połączonego. W tym rozdziale przedstawiono współczesny przegląd inteligentnych, połączonych domów. W szczególności przygląda się projektom przemysłowym i akademickim wprowadzonym w ciągu ostatnich kilku lat, identyfikując ich podstawowe technologie, architektury i oferowane usługi. Inteligentny dom połączony przynosi różne korzyści mieszkańcom i społeczeństwu, ale wprowadza również różne wyzwania techniczne i społeczne zarówno dla deweloperów inteligentnych domów, jak i badaczy.

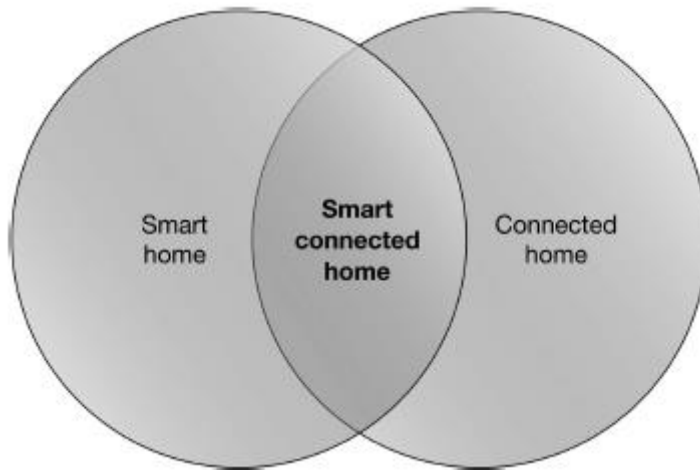
Domena Smart Connected Home

W odróżnieniu od tradycyjnego domu, w którym znajdują się urządzenia obsługiwane lokalnie i ręcznie (np. przełączniki magnetyczne i przyciski), inteligentny dom połączony obejmuje urządzenia podłączone do Internetu i urządzenia, które mogą „inteligentnie” wchodzić w interakcję z domownikami. W ciągu ostatnich dziesięcioleci podjęto kilka wysiłków na rzecz promowania funkcjonalności inteligentnego, połączzonego domu, przekazując różne idee, obszary zastosowań i narzędzia. W kolejnych sekcjach przedstawiono szczegółowy opis koncepcji inteligentnego połączzonego domu oraz zidentyfikowano głównych interesariuszy.

Koncepcja inteligentnego, połączzonego domu

Nie ma powszechnie przyjętej definicji inteligentnego domu połączzonego, ale generalnie inteligentny dom może oznaczać każdy rodzaj zamieszkania (np. mieszkanie, domek, wynajętą przestrzeń mieszkalną), który obejmuje technologie informacyjno-komunikacyjne pozwalające na zdalne sterowanie, monitoring oraz dostęp. Tymczasem niektórzy badacze dodają, że inteligentny dom musi

mieć inteligencję otoczenia i automatyczną kontrolę, która pozwoli mu rozpoznawać i ewentualnie podejmować decyzje na własną rękę, kierując się zachowaniem mieszkańców. W konsekwencji można zaobserwować, że istnieją trzy rodzaje domów: inteligentny dom, inteligentny dom i inteligentny dom połączony. Relację między tymi typami ilustruje rysunek.

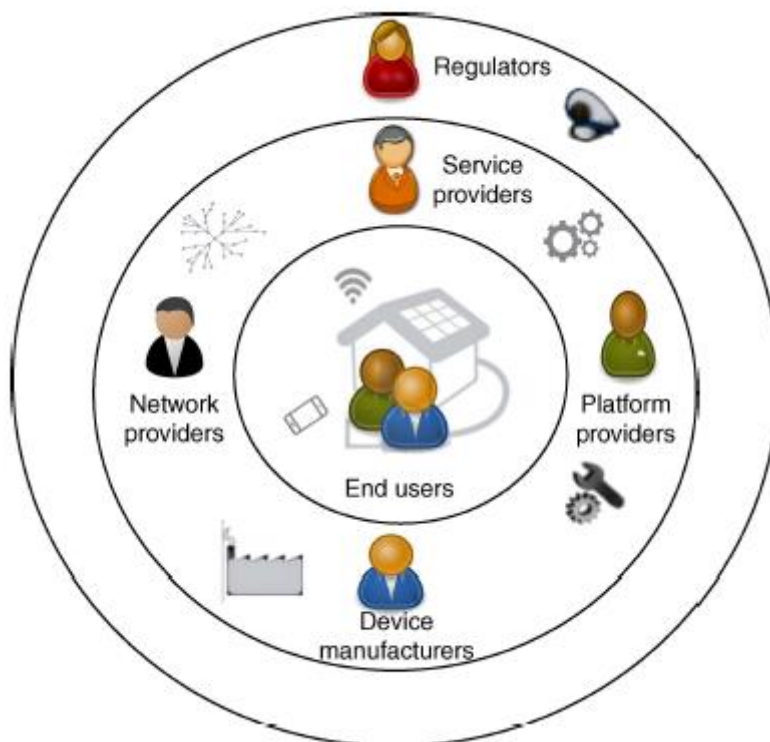


Inteligentny dom obejmuje systemy, które pozwalają mieszkańcom obsługiwać sprzęt AGD, zazwyczaj tylko lokalnie, z wnętrza domu. Ten typ inteligentnego domu opiera się zwykle na standardach przewodowych, takich jak KNX, i nie jest podłączony do Internetu. Zwykle koncentruje się na automatyzacji oświetlenia, okien i domowej rozrywki i jest kojarzona z budownictwem i automatyzacją. Connected home umożliwia zdalne sterowanie i zarządzanie urządzeniami, zazwyczaj przez sieci oparte na IP (np. Internet). Dodatkowo tego typu dom zazwyczaj świadczy usługi, które promują i wspierają, na przykład bezpieczeństwo, opiekę zdrowotną i zarządzanie energią. Co więcej, tego typu dom zazwyczaj zawiera centralny koncentrator (bramę), z którego można sterować systemem wraz z interfejsem użytkownika, który można zwykle obsługiwać za pomocą smartfona. Inteligentny podłączony dom zawiera funkcje z obu poprzednich typów, ale dodaje również komunikację i wymianę usług między powiązаныmi obszarami, takimi jak sieć i pojazd elektryczny oraz mikrogeneracja na miejscu (np. panele słoneczne na dachu). Inteligentne domy połączone łączą w ten sposób funkcjonalność zarówno domu połączonego, jak i inteligentnego domu. Może również obejmować możliwości systemu, takie jak uczenie się, przewidywanie i reagowanie na potrzeby i preferencje dotyczące stylu życia mieszkańców w ich środowisku domowym. Zazwyczaj ten typ domu zawiera podłączone urządzenia, które wykazują pewną formę „inteligentnej” logiki powszechnie oparta na algorytmach uczenia maszynowego do rozpoznawania aktywności i automatycznego wykonywania niektórych działań. W realizacji tego często wykorzystywane są usługi w chmurze. W tym przypadku aplikacje oparte na chmurze analizują dane zbierane i przetwarzane z inteligentnego połączonego domu i często są w stanie podejmować działania, czasem autonomicznie. Na przykład inteligentny system wykrywania nieszczelności może powiadomić właściciela domu o wycieku w systemie podgrzewacza wody, a także automatycznie odciąć dopływ wody, gazu lub energii elektrycznej, aby zapobiec cennym zasobom i zaoszczędzić pieniądze. Ponadto domy z tej kategorii mogą również oferować zaawansowane formy interakcji, zazwyczaj obsługujące wykrywanie głosu, rozpoznawanie twarzy i sterowanie gestami. Zgodnie z aktualnymi trendami w automatyce domowej, nacisk w tej pracy kładzie się na inteligentny dom połączony. Tak więc, w dalszej części, termin „inteligentny podłączony dom” jest używany do określenia miejsca zamieszkania wyposażonego w szereg czujników, systemów i urządzeń, do których można uzyskać zdalny dostęp, sterować nimi i monitorować je za pośrednictwem sieci komunikacyjnej, takiej jak Internet. W dalszej części tego

tekstu wiąże się to również z koncepcją domu „zrób to sam” (DIY), w którym użytkownicy końcowi mogą zbudować własny inteligentny dom połączony z jednostkami obliczeniowymi (np. Arduino, Banana Pi i Raspberry Pi) bez polegania na profesjonalistach.

Interesariusze Smart Connected Home

W zastosowaniach IoT, takich jak inteligentne domy lub inteligentne budynki, istnieją różni interesariusze, od inwestorów technologicznych, twórców technologii, integratorów technologii i innych. Dodatkowo mogą być zaangażowani konkretni interesariusze w zależności od rzeczywistego systemu inteligentnego domu. Na przykład, powszechne jest posiadanie określonego interesariusza, takiego jak operator punktu pomiarowego w inteligentnym domu zorientowanym na energię i dostawca treści w inteligentnym domu zorientowanym na rozrywkę. Ogólnie rzecz biorąc, istnieje sześć głównych interesariuszy, których można zidentyfikować w sposób opisany poniżej. Rysunek ilustruje tych interesariuszy.



* Producenci urządzeń. Producenci urządzeń, w tym dostawcy inteligentnych produktów, tacy jak producenci inteligentnych liczników i urządzeń rozrywkowych. Właściciele domów mogą kupować urządzenia bezpośrednio od producentów, ale często za pośrednictwem sprzedawców detalicznych lub usługodawców. Przykładami producentów są Samsung, Honeywell i LG.

* Usługodawcy. Dostawcy usług aplikacyjnych i dostawcy mediów, którzy dostarczają użytkownikom końcowym sprzęt do obsługi lub udostępniania różnych usług inteligentnego domu. Trzy przykłady dostawców usług to Verisure, AT&T i Leak Defense.

* Dostawcy sieci. Dostawcy telekomunikacyjni dostarczają i zarządzają infrastrukturą sieciową, taką jak sieć szkieletowa, sieć dostępu radiowego i sieć łączności, dostawcom usług, którzy chcą oferować usługi inteligentnego domu. W rzeczywistości są to interesariusze, którzy łączą domowników z Internetem. Przykładem dostawcy sieci jest na przykład Verizon.

* **Regulatory.** Regulatorzy to zewnętrzne podmioty nadzorujące usługi biznesowe lub określone sektory przemysłu. Może to obejmować jednostki certyfikujące i akredytujące związane z jakością, bezpieczeństwem i bezpieczeństwem. Przykładem może być organ regulujący prywatność, który opracowuje przepisy chroniące informacje umożliwiające identyfikację osoby przed bezprawnym wykorzystywaniem. Możliwe, że podmiot ten może mieć wpływ na całe spektrum interesariuszy branżowych.

* **Dostawcy platform.** Jednostki dostarczające mechanizmy, narzędzia i frameworki pomagające w pokonywaniu wyzwań integracyjnych i ułatwiające łatwiejszą ocenę, dostosowywanie i obsługę automatyzacji. Zwykle różni producenci urządzeń współpracują z różnymi dostawcami platform w celu integracji z innymi firmami. Niektóre organizacje pełniące tę rolę to Apple, Google i Amazon.

* **Użytkownicy końcowi.** Użytkownik końcowy to interesariusz korzystający z usług. Zazwyczaj oznacza to mieszkańców domu, którzy kupują i obsługują różne urządzenia i usługi inteligentnego domu połączonego z siecią.

Inteligentne systemy połączonego domu

Inteligentny dom połączony może integrować różne usługi inteligentnego domu, aby zapewnić domownikom wygodne, komfortowe i bezpieczne środowisko, a także pomóc im w efektywnym wykonywaniu domowych zadań. Ogólnie rzecz biorąc, inteligentne systemy połączonego domu można podzielić na cztery kategorie jako systemy wspierające usługi energetyczne, rozrywkowe, zdrowotne lub bezpieczeństwa. Są też systemy, które nie pasują do żadnej z tych kategorii, i są systemy, które się pokrywają. Jednak te kategorie często pomagają w wyjaśnieniu celu i funkcjonalności danego systemu. W kolejnych sekcjach systemy inteligentnego domu połączonego są pogrupowane według wyżej wymienionych kategorii usług. Opisano najnowsze systemy zarówno ze środowisk akademickich, jak i przemysłowych.

Energia

Systemy energetyczne mają na celu zapewnienie efektywnego zużycia energii i zarządzania w domu. Domena energetyczna zwykle obejmuje stosowanie inteligentnych liczników, inteligentnych termostatów i adaptacyjnych systemów oświetleniowych. Architektury systemowe w tej domenie mogą wykorzystywać „inteligentne” systemy wieloagentowe i strategie sterowania do przewidywania i automatycznej maksymalizacji efektywności energetycznej i komfortu użytkownika. W innych projektach obowiązek monitorowania zużycia energii spoczywa na domownikach. Mogą w tym pomóc na przykład inteligentne monitory energii, które wyświetlają w czasie rzeczywistym wzorce zużycia energii, na przykład ogrzewanie, zużycie ciepłej wody i emisje CO₂. Dwa przykłady systemów komercyjnych to inteligentne termostaty Google Nest i Ecobee. Oba te systemy pozwalają zapobiec przegrzaniu lub przechłodzeniu domu. Zawierają również funkcję automatycznego dostosowywania temperatury w domu do preferencji mieszkańców, a także pozwalają na zdalną regulację temperatury. Dziedzina zarządzania energią wydaje się być obszarem, w którym istnieje wiele projektów badawczych i funduszy, szczególnie związanych z redukcją zużycia energii i optymalizacją jej wykorzystania w domach i budynkach komercyjnych. Siła napędowa tego zjawiska jest zwykle związana z rosnącymi kosztami energii i redukcją emisji gazów cieplarnianych (prawdopodobnie jest to główna przyczyna globalnych zmian klimatycznych). Jednak zarządzanie energią jest również ważne, ponieważ przyczynia się również do spokoju ducha. Na przykład poprzez automatyczne włączanie świateł, aby zniechęcić potencjalnych intruzów, gdy mieszkańcy są poza domem.

Zabawa

Inteligentne systemy połączonego domu zwykle promują rozrywkę, zwykle maksymalizując komfort i wygodę użytkowników, zapewniając spersonalizowane treści rozrywkowe i usługi komunikacji społecznej. Sektor rozrywki zwykle obejmuje konsole do gier, podłączone telewizory i inteligentne systemy głośnikowe. Easy Living Project firmy Microsoft to architektura, która wykorzystuje kamery do dostosowywania usług do lokalizacji użytkowników w domu. System ten jest często wymieniany jako studium przypadku w dobrze cytowanych ankietach. Nowsze systemy wykorzystują technologie inteligentnego domu, dzięki czemu mieszkańcy mogą zorientować się, jakie warunki pogodowe panują na zewnątrz, bez konieczności wychodzenia z domu. Można tego dokonać np. poprzez zastosowanie inteligentnych kamer i czujników temperatury. Ponadto niektóre systemy wychwytyją i próbują zmienić emocje społeczne jednostek. Jednym ze sposobów realizacji tego jest wykorzystanie inteligentnych mebli, takich jak stoły z kamerami i czujnikami ruchu. Czujniki te analizują mimikę widza (np. oczy i usta), a następnie odtwarzają ulubioną muzykę użytkownika i zdania uzupełniające, aby złagodzić jego nastrój. Dwa ostatnie przykłady branżowe to Samsung Smart TV i Apple TV. Oba te systemy są podłączone do Internetu, co pozwala użytkownikom końcowym na strumieniowe przesyłanie treści z usług takich jak Netflix i dostęp do większej liczby usług, na przykład przeglądarki internetowej, za pośrednictwem wbudowanych aplikacji. Można zauważyć, że domena rozrywki staje się jednym z głównych powodów, dla których ludzie kupują system inteligentnego domu. Głównie chodzi o możliwość zdalnego sterowania lub monitorowania telewizorów i systemów dźwiękowych. Ponadto można zauważyć, że technologie w tej domenie opierają się na mikrofonach i kamerach i mogą wspierać różne formy zaawansowanej interakcji, najprawdopodobniej w postaci rozpoznawania mowy.

Opieka zdrowotna

Obszar opieki zdrowotnej koncentruje się na zapewnieniu mobilnej opieki zdrowotnej i wsparcia sprawności fizycznej i ma na celu zapewnienie niezależnego, zdrowego życia. W porównaniu z innymi dziedzinami, służba zdrowia obejmuje również stosowanie czujników noszonych na ciele (np. opaski na nadgarstki) w celu umożliwienia możliwie ciągłego monitorowania parametrów sygnału ciała (np. chorób serca) nawet poza domem. Zdrowie ,usługi opiekuńcze mogą monitorować stan zdrowia mieszkańców, generować dostosowane raporty zdrowotne i mogą wspierać zdalne diagnozowanie i zarządzanie chorobami przewlekłymi. Ogólnie dotyczy to podłączonych urządzeń, takich jak wagi bezprzewodowe, monitory fitness i urządzenia fizjologiczne. Ostatnie projekty związane z dziedziną opieki zdrowotnej mają tendencję do wykorzystywania technologii audio, na przykład rozpoznawania mowy, w celu ułatwienia i ułatwienia codziennego życia osobom starszym i słabym. Powszechnie jest również posiadanie architektur, które wspierają ciągłe monitorowanie osób starszych, na przykład poprzez sprawdzanie wskaźników zdrowia osób, takich jak poziom glukozy. Może to być realizowane na przykład przez ontologie, technologie usług sieciowych i wyspecjalizowane czujniki. Godne uwagi przykłady z branży obejmują domowe systemy monitorowania pacjentów platforma Vignet i Philips Tele-Station. Systemy te umożliwiają podłączenie bezprzewodowych urządzeń pomiarowych, takich jak monitory fizjologiczne, dzięki czemu osoby fizyczne mogą być aktywnymi uczestnikami opieki zdrowotnej. Dziedzina opieki zdrowotnej była szeroko badana przez wielu autorów, a liczba publikacji na temat połączonej opieki zdrowotnej stale rośnie. Monitorowanie zdrowia poznawczego i fizycznego osoby jest prekursorem zapewnienia zdrowego społeczeństwa. Z drugiej strony można zauważyć, że aplikacja ta wykorzystuje najbardziej inwazyjne czujniki prywatności z technologiami, które mogą monitorować intymne warunki fizjologiczne pacjenta, takie jak poziom glukozy we krwi.

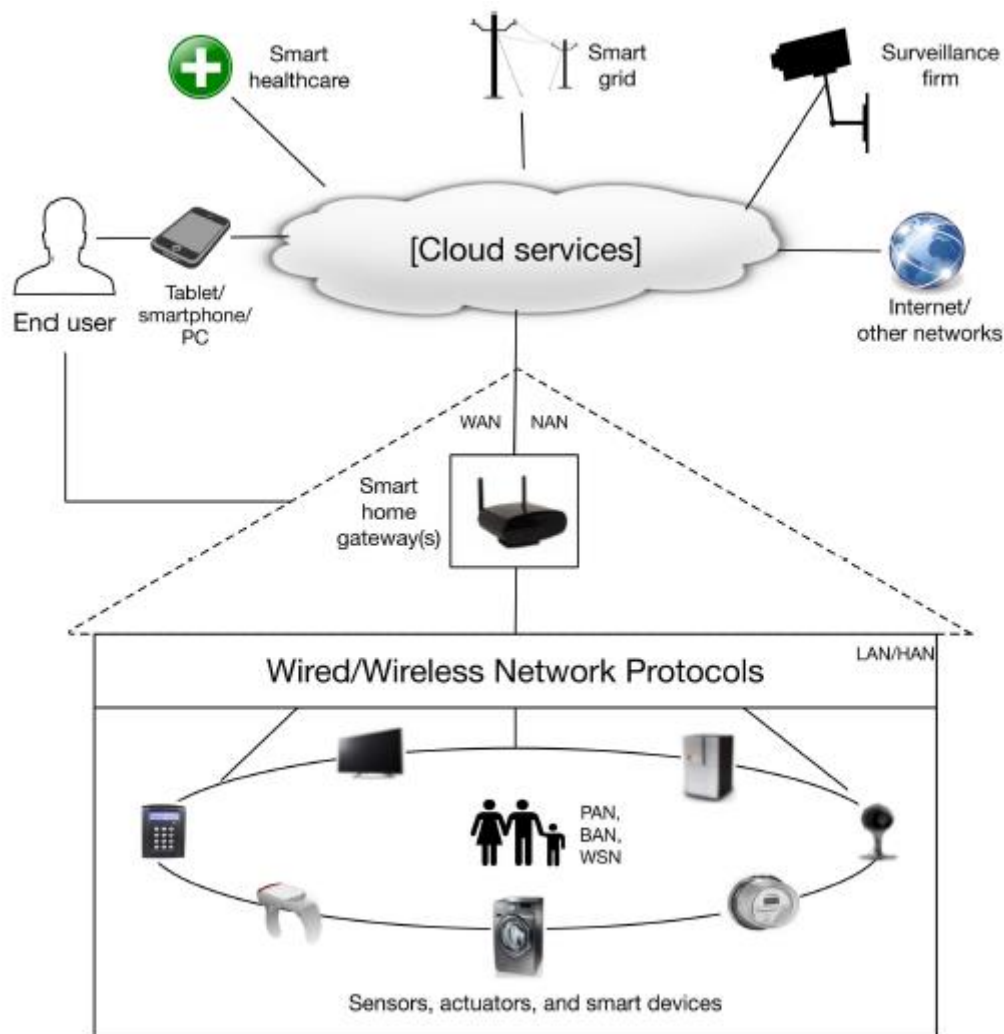
Bezpieczeństwo

Systemy z kategorii bezpieczeństwa są często ukierunkowane na oferowanie usług, które mają na celu monitorowanie, wykrywanie i kontrolowanie zagrożeń bezpieczeństwa i ochrony. Systemy

bezpieczeństwa i ochrony inteligentnego domu zazwyczaj obejmują usługi zdalnego monitorowania wejść do systemów, które automatycznie rozpoznają zagrożenia fizyczne, takie jak pożar lub włamanie, i autonomicznie podejmują odpowiednie działania. Takie działania mogą obejmować na przykład uruchomienie natychmiastowych tryskaczy przeciwpożarowych lub automatyczne włączanie lub wyłączenie urządzeń, takich jak zamki cyfrowe lub kamery wideo. Zazwyczaj domena ta obejmuje funkcje obsługujące inteligentne zamki do drzwi, kamery i systemy alarmowe. Na rynku istnieje wiele instancji systemów bezpieczeństwa, a dwa takie przykłady to Verisure Securitas Direct System i Alarm.com. Oba systemy pozwalają na zdalne monitorowanie i zarządzanie systemami bezpieczeństwa w domu oraz zawierają profesjonalne rozwiązania do monitoringu i reagowania w sytuacjach awaryjnych 24/7. Jako główną obserwację można zauważyć, że domena bezpieczeństwa jest jedną z głównych motywacji konsumentów do zakupu systemów inteligentnego domu¹⁶, pomimo różnych obaw związanych z prywatnością związanych z wewnętrznym nadzorem wideo (Brezovan i Badica, 2013). Systemy bezpieczeństwa inteligentnych domów z dostępem do sieci są szczególnie popularne wśród mieszkańców miast, w których pojawiają się doniesienia o wysokiej aktywności przestępczej. Jednak ich powszechne przyjęcie wiąże się również z czynnikiem wygody oferowanym przez takie systemy. Ponadto można zauważyć, że dziedzina ta jest ściśle powiązana z systemami nadzoru, obejmującymi technologie takie jak kamery i czujniki ruchu, które są głównie wykorzystywane w inteligentnych budynkach.

Technologie inteligentnego, połączonego domu

System inteligentnego domu połączonego składa się z wielu urządzeń podłączonych do Internetu, które obsługują różne obszary zastosowań. Urządzenia te zazwyczaj charakteryzują się niejednorodnym sprzętem i oprogramowaniem oraz obsługują różne technologie komunikacyjne. Zazwyczaj bramy działają jako podstawowe urządzenia zapewniające łączność dostawcom usług i innym podmiotom zewnętrznym. W zależności od rzeczywistej architektury, wykorzystanie usług w chmurze może być również wykorzystywane jako technologia wspomagająca. Rysunek przedstawia ogólną architekturę inteligentnego połączonego domu.



Poniższe sekcje zawierają przegląd technologii używanych w środowisku domowym. Większość analizowanych technologii pochodzi z opisów projektów inteligentnego domu zidentyfikowanych w poprzedniej sekcji.

Czujniki i siłowniki

Czujniki to węzły używane do wykrywania, mierzenia i wykrywania zmian w środowisku, w tym u mieszkańców. W inteligentnych domach połączonych we wszystkich wprowadzonych wcześniej systemach stosowane są czujniki rejestrujące temperaturę obiektu, na przykład pomieszczenia lub ciała. Podobnie niektóre typy czujników, na przykład CO/CO₂, są używane w wielu dziedzinach do różnych celów. Na przykład mogą one służyć do śledzenia emisji CO₂ w dziedzinie energii oraz do wskazywania możliwych wycieków CO₂ w dziedzinie bezpieczeństwa. Niektóre domeny, w szczególności domena opieki zdrowotnej, wykorzystują wyspecjalizowane typy czujników, na przykład czujniki fizjologiczne, które są używane wyłącznie w tym obszarze usług. Podczas gdy czujniki fizjologiczne są zwykle mobilne i są zwykle noszone przez domowników, inne typy czujników są często mocowane, na przykład kamera ścienna, lub przymocowane do przedmiotu, na przykład czujnika kontaktowego drzwi. Typy czujników są klasyfikowane według rodzaju danych lub parametrów, które mierzą. Siłowniki zapewniają środki do realizacji działań fizycznych, takich jak włączanie/wyłączanie światła, podnoszenie alarmów i uruchamianie urządzeń grzewczych. W inteligentnych połączonych

domach typowe przykłady obejmują sterowniki silników, przełączniki, klucze/zamki, głośniki i wyświetlacze. Siłowniki mogą wpływać na czujniki i w konsekwencji powodować aktywację siłownika przez system lub użytkownika. Można argumentować, że im bardziej wyrafinowany i autonomiczny jest ten rodzaj interakcji, tym bardziej system połączonego domu jest postrzegany jako inteligentny. W praktyce często montuje się różne czujniki i elementy wykonawcze w jednym urządzeniu. Na przykład Canary, rozwiązanie do ochrony domu, ma wbudowaną kamerę HD, mikrofon, czujniki temperatury, wilgotności i jakości powietrza, a także syrenę.

Bramy

Inteligentne bramy połączonego domu to urządzenia, które kompilują, konwertują i przesyłają informacje zebrane przez czujniki, koncentratory czujników i polecenia z urządzeń, z których niektóre mogą być inteligentne. Brama pełni rolę komponentu odpowiedzialnego za komunikację ze światem zewnętrznym, umożliwiając kierowanie danych z sieci wewnętrznej do i z Internetu oraz dostarczanie usług mieszkańcom. Może to być zarówno dedykowane urządzenie, smartfon, jak i jednostka obliczeniowa, taka jak Raspberry Pi. Ta brama jest zwykle podłączona do domowego routera szerokopasmowego. Jest to następnie zwykle połączone z Internetem za pośrednictwem połączenia przewodowego (np. połączenie Ethernet z modemem kablowym lub DSL). Niemniej jednak możliwe jest posiadanie wbudowanej bramy z radiem bezprzewodowym/komórkowym. W takim przypadku urządzenie może komunikować się bezpośrednio z Internetem lub operatorem komórkowym. W ustalaniu wymagań dla bram domowych, organizacja normalizacyjna Home Gateway Initiative (HGI)¹⁸ jest aktywnie zaangażowana. Organizacja ta składa się z wielu firm telekomunikacyjnych i producentów urządzeń i jest aktywnie zaangażowana w poprawę interpretowalności bramy z inteligentnymi urządzeniami domowymi. HGI opublikowało różne wytyczne, standardy i dokumenty dotyczące wymagań, aby promować otwarte i modułowe wdrażanie bram domowych w celu zapewnienia kompatybilności między różnymi urządzeniami. Nowoczesne bramy zazwyczaj oferują następujące funkcje:

* Powiadomienia. Większość bramek implementuje jakąś formę systemu powiadomień wspierającego kierowanie wiadomości i alertów z podłączonych urządzeń do użytkownika końcowego. Na przykład w sytuacji awaryjnej, gdy pralka zaleje wodę, właściciel domu może zostać powiadomiony o tym zdarzeniu. Zazwyczaj takie alerty mają postać wiadomości tekstowych SMS, wiadomości e-mail lub monitów/wyskakujących okienek wyświetlanych za pośrednictwem aplikacji mobilnej zainstalowanej na urządzeniu użytkownika końcowego, takim jak smartfon.

* Automatyzacja. Niektóre bramy obsługują system automatyzacji lub harmonogramowania, który pozwala na tworzenie różnych reguł dla podłączonych urządzeń. Na przykład niektóre systemy umożliwiają tworzenie reguł opartych na czasie, na przykład reguły wschodu i zachodu słońca, a inne pozwalają na bardziej szczegółowe reguły oparte na zdarzeniach i warunkach. Przykładem może być reguła, która automatycznie włącza światła po wykryciu ruchu w domu.

* Sterowanie lokalne. Bramy mogą również posiadać sterowanie lokalne. Pozwala to na ręczną kontrolę i wykonanie reguł w przypadku braku dostępu do Internetu lub usług w chmurze. Interfejs ten realizowany jest najczęściej w formie lokalnej przeglądarki internetowej, aplikacji mobilnej lub desktopowej. Jednak niektóre urządzenia oferują również wbudowany panel wyświetlacza.

* Usługa chmury. Zwykle główne bramy korzystają z usług w chmurze. Pozwala to na zdalne zarządzanie urządzeniami, jednak często chmura służy również do przechowywania domowych danych, obsługi interfejsu użytkownika i komunikacji z systemami zewnętrznymi, takimi jak pogoda, wiadomości push i bramki SMS.

* Integracja z innymi firmami. Wraz z rosnącą liczbą inteligentnych urządzeń domowych i wynikającą z tego różnorodnością standardów istnieje potrzeba umożliwienia połączeń między różnymi produktami. Nowoczesne bramy ułatwiają to, oferując integrację z usługami innych firm, takimi jak Amazon Echo, Apple HomeKit i „If This Then That” (IFTTT), które na to pozwalają. Amazon Echo to oparta na chmurze, aktywowana głosem platforma, która umożliwia sterowanie podłączonymi urządzeniami. Apple HomeKit to platforma zaprojektowana tak, aby różne urządzenia komunikowały się ze sobą, ewentualnie za pomocą kompatybilnych mostków lub koncentratorów. IFTTT to usługa internetowa, która umożliwia użytkownikom łączenie wielu usług i programowanie urządzeń za pomocą konstrukcji znanej jako „przepisy”, aby uruchamiać procedury, reagować na wyzwacze lub przekazywać polecenia innym urządzeniom w domu. Przykładem przepisu IFTTT może być taki, który automatycznie włącza inteligentny telewizor po wykonaniu przez mieszkańców określonej aktywności fizycznej, na przykład przejściu 10 000 kroków. Alternatywa

Aplikacja do IFTTT, która jest prawdopodobnie bardziej elastyczna pod względem obsługi automatyzacji, to Stringify. Działa to podobnie do IFTTT, ale zamiast używać „przepisów”, używa koncepcji znanej jako „przepływy”. Dzięki przepływowi można połączyć ze sobą wiele aplikacji i usług. Na przykład przepływ można zaprojektować w celu poprawy komfortu w domu poprzez automatyczną regulację oświetlenia domu i temperatury w pomieszczeniu za pomocą poleceń głosowych. Rzeczywista implementacja tego przy użyciu Stringify może składać się z trzech „rzeczy”: Amazon Alexa, termostatu Nest i żarówki Philips Hue. Usługę głosową Amazon Alexa (obsługiwaną na przykład przez urządzenie Amazon Echo) można zaprogramować tak, aby czekała, aż domownicy ją uruchomią, na przykład mówiąc „Alexa, powiedz tryb nocny Stringify”. Ten wyzwacz może następnie dostosować Hue do bursztynu przy 15%, a termostat Nest, aby ustawić temperaturę w pomieszczeniu na 20 ° C. Ta konfiguracja jest pokazana na rysunku.



Wdrożenie tego za pomocą IFTTT, zwłaszcza jeśli technologie są dostarczane przez różnych producentów, zwykle wymagałoby wielu receptur.

* API/SDK. Zazwyczaj większość koncentratorów zawiera interfejs programowania aplikacji (API) i/lub zestaw SDK (Software Development Kit). Pozwalają one na łączenie i budowanie dostosowanych funkcji. Na przykład ekosystem inteligentnego domu Alexa zawiera interfejs Smart Home Skill API22, który umożliwia tworzenie możliwości (np. odtwarzanie muzyki, odpowiadanie na pytania, dostarczanie prognoz pogody) do sterowania urządzeniami podłączonymi do chmury. Innym przykładem może być Smart TV App Store, który ma pakiet SDK umożliwiający sterowanie ekranem, sterowanie aplikacjami oraz pobieranie i przesyłanie przez sieć.

Urządzenia klienckie użytkownika końcowego

Zazwyczaj użytkownicy końcowi uzyskują dostęp do funkcji inteligentnego połączonego domu, kontrolują ją i monitorują za pośrednictwem interfejsu użytkownika na urządzeniu użytkownika końcowego. Korzystając z urządzeń mobilnych, mieszkańcy mogą sprawdzać informacje systemu inteligentnego domu, planować różne zadania i wysyłać natychmiastowe polecenia do wykonania. Na przykład użytkownicy końcowi mogą wydawać polecenia otwierania drzwi do domu lub zdalnego monitorowania swoich dzieci za pomocą aplikacji dostępnej na ich smartfonach, tabletach, komputerach stacjonarnych lub specjalistycznych urządzeniach, takich jak inteligentne systemy zdalnego sterowania. Ponadto urządzenia te mogą rozpoznawać mowę, gesty rąk i wykonywać śledzenie użytkownika. Zwykle do zarządzania i sterowania różnymi inteligentnymi urządzeniami domowymi różnych producentów wymagana jest określona aplikacja. Na przykład, aby kontrolować inteligentne zamki, światła i termostat, zwykle wymagałyby oddzielnych aplikacji dla każdego gadżetu. Jednak pojawienie się standardów w przyszłości może pozwolić na pewną integrację między takimi systemami/urządzeniami, a tym samym na wykorzystanie mniejszej liczby aplikacji.

Usługi w chmurze

Systemy inteligentnego domu połączone mogą wiązać się z korzystaniem z usług w chmurze, które gromadzą i analizują odczyty danych z urządzeń domowych. Takie systemy są zazwyczaj wdrażane na prywatnych, publicznych lub hybrydowych infrastrukturach zaplecza (chmury) i mogą obejmować aplikacje usługowe lub platformy dostarczania obsługiwane i zarządzane przez dostawców usług i producentów urządzeń (Hassan, 2011). Zazwyczaj platformy lub modele dostarczania usług w chmurze przyjmują rozwiązanie do udostępniania zasobów w chmurze platformy jako usługi (PaaS) lub oprogramowania jako usługi (SaaS). PaaS odnosi się do platform udostępniających usługi przetwarzania w chmurze w postaci interfejsów API, języków programowania, oprogramowania pośredniczącego i frameworków, które umożliwiają przechowywanie danych, zarządzanie urządzeniami, kontrolę dostępu i inne. Rozwiązania SaaS, na przykład IFTTT, zwykle koncentrują się na mash-upach danych przy użyciu obiektów przetwarzania w chmurze.

Platformy integracyjne

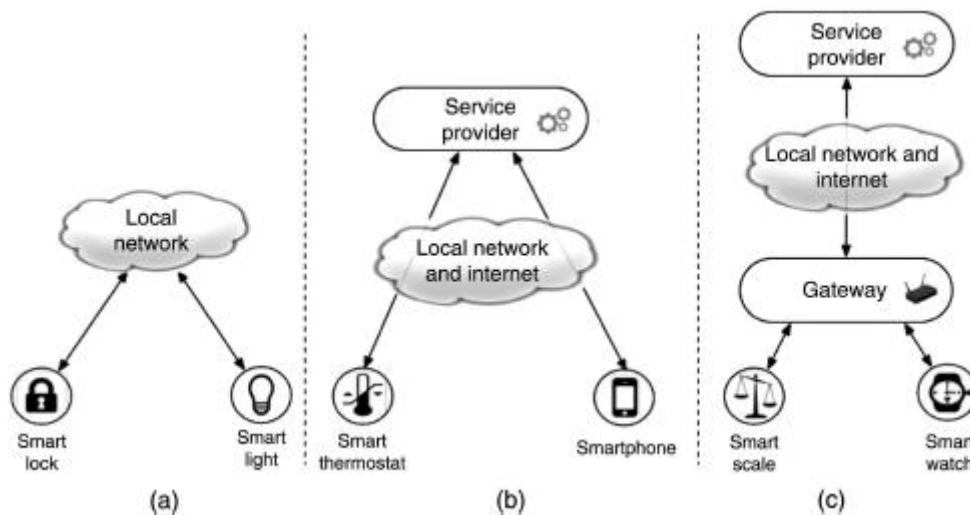
Platformy lub struktury integracyjne to technologie, które umożliwiają lepszą interoperacyjność i wsparcie w zróżnicowanym środowisku inteligentnego, połączonego domu. Przykładami obecnych platform opracowywanych i wspieranych przez firmy są Apple HomeKit, Google Brillo/Weave, Allseen AllJoyn, Samsung SmartThings i Amazon Alexa. Te struktury inteligentnego domu zapewniają również programistom ramy programistyczne do tworzenia aplikacji, które realizują korzyści płynące z inteligentnego domu. Ponadto istnieją również platformy automatyki domowej typu open source zbudowane na otwartych protokołach i na licencji open source. Trzy takie systemy to openHAB, OpenMotics, i Domoticz. Zazwyczaj te połączone platformy domowe są popularne w społecznościach DIY. Użytkownicy majsterkowicza samodzielnie instalują i konfiguruje urządzenia inteligentnego domu, zamiast polegać na profesjonalistach.

Protokoły i modele komunikacji

Protokół internetowy (IP) jest podstawą IoT, a zatem jest szeroko stosowany w inteligentnych domach połączonych. Ze względu na łatwą interoperacyjność, wszechobecny charakter, powszechne przyjęcie i ostatnie badania lekkich interfejsów, IP jest uważany za kluczowy dla sukcesu inteligentnego, połączonego domu. Jednak urządzenia nieoparte na protokole IP mogą być również częścią domu.

Systemy inteligentnego domu połączonego często wykorzystują wiele różnych typów protokołów komunikacyjnych. Obejmują one protokoły przewodowe (np. X10, HomePlug i LonWorks), protokoły komunikacji bezprzewodowej (np. Wi-Fi, Z-Wave i ZigBee), otwarte standardy (np. ZigBee) po zastrzeżone (np. Z-Wave) i protokoły krótkiego zasięgu (np. NFC, RFID i 6LowPAN) do protokołów dalekiego zasięgu (np. NWave, Sigfox i LoRaWAN). Ważne jest również rozróżnienie między protokołami niskiego i wysokiego poziomu. Protokoły niskiego poziomu (np. ZigBee) są głównie używane do łączenia urządzeń w sieci w domu, a w przypadku protokołów dalekiego zasięgu (np. 4G) do komunikacji z dostawcami usług. Do transmisji używane są protokoły wysokiego poziomu dane z czujników lub odbierać zdalne polecenia za pośrednictwem bramki domowej. Przykładami są MQTT, CoAP i XMPP. Ponadto istnieją protokoły wysokiego poziomu specyficzne dla domeny, takie jak Smart Energy Profile 2.028, które łączą domowe urządzenia energetyczne z inteligentną siecią. Inteligentne urządzenia domowe mogą komunikować się ze sobą za pomocą heterogenicznych protokołów komunikacyjnych i przy użyciu różnych modeli. Zazwyczaj istnieją trzy modele komunikacji dla środowisk IoT, takich jak inteligentny dom połączony: urządzenie-urządzenie, urządzenie-chmura i urządzenie-brama. W modelu urządzenie-urządzenie urządzenia wymieniają między sobą bezpośrednie wiadomości za pośrednictwem protokołów niskiego poziomu. Przykładem może być inteligentny zamek wysyłający sygnał do włączenia inteligentnego światła po otwarciu drzwi.

W modelu urządzenie-chmura urządzenia są zamiast tego podłączone do usługodawcy w celu wymiany i kontrolowania wiadomości. Model ten jest używany na przykład przez inteligentny termostat Nest do obsługi zdalnego sterowania za pomocą smartfona. Większość urządzeń konsumenckich opiera się na modelu urządzenie-brama; w tym modelu brama działa jako mediator ułatwiający interakcję między urządzeniami i usługami w chmurze. Na przykład inteligentna waga może być połączona z inteligentnym zegarkiem pośrednio za pomocą lokalnej bramy i usług w chmurze. Taka konfiguracja może być używana na przykład, aby pomóc domownikom zachować motywację i śledzić cele związane z wagą, nawet jeśli fizycznie nie znajdują się w pobliżu wagi. Rysunek ilustruje trzy zidentyfikowane modele komunikacji.



Inteligentne architektury połączonego domu

Istnieją dwa główne style architektoniczne inteligentnych domów połączonych: scentralizowany i rozproszony. To rozróżnienie opiera się na tym, gdzie znajduje się inteligencja, czyli dostarczanie usług i współpraca między urządzeniami w celu osiągnięcia wspólnego celu. Rysunek 13.6 ilustruje te dwa podejścia.

Scentralizowany

W modelu scentralizowanym wszystkie dane są pobierane przez jedną jednostkę centralną. Ta jednostka jest często dedykowaną bramą lokalną, która przechowuje logikę aplikacji, przechowuje dane i komunikuje się z podłączonymi do niej urządzeniami IoT. Inną opcją może być posiadanie chmury jako centralnego węzła połączeń. W zakresie przepływu informacji węzeł centralny zbiera wszystkie informacje z inteligentnych urządzeń w sieci domowej i działa na nich. W konsekwencji użytkownicy końcowi muszą zazwyczaj łączyć się przez Internet, aby uzyskać dostęp do usług świadczonych przez jednostkę centralną. Takie podejście jest na przykład stosowane przez Amazon Echo, które wymaga stałego aktywnego połączenia z Internetem (np. do obsługi usługi głosowej Alexa w chmurze) i jest szeroko stosowane przez inne firmy komercyjne, takie jak Google i Apple. Jednym z wyzwań związanych ze scentralizowaną architekturą jest to, że wdrażanie skutecznych środków ochrony prywatności w tym rozwiązaniu jest prawdopodobnie mniej elastyczne. Na przykład tutaj, ponieważ „inteligencja” znajduje się w jednostce centralnej, drugi podmiot (urządzenia brzegowe) nie mają dużej kontroli nad danymi, które generują i przetwarzają. Zamiast tego jest to delegowane do centralnego obiektu, który może decydować, jakie elementy danych mają być przetwarzane, czy udostępniać określony strumień danych i tak dalej.

Rozpowszechniane

W podejściu rozproszonym wszystkie urządzenia są samowystarczalne, zdolne do pobierania, przetwarzania, asymilacji oraz dostarczania informacji i usług innym podmiotom. W porównaniu do podejścia scentralizowanego, w którym informacje przepływają przez wspólny węzeł, w modelu rozproszonym architektura jest podobna do architektury systemu peer-to-peer, a wymiana informacji odbywa się tylko wtedy, gdy jest to potrzebne. Można argumentować, że podłączone urządzenia w tym modelu są uważane za inteligentne same w sobie. Tak więc w tym przypadku większość decyzji podejmowana jest lokalnie, a Internet nie odgrywa większej roli, jak w przypadku architektury scentralizowanej. Jednak nadal może być potrzebny do koordynacji i analizy. Przykładem może być podłączony piekarnik, który wykrywa obecność podłączonych żarówek i miga je po zakończeniu gotowania. Biorąc pod uwagę rozdrobnienie rynku, takie podejście jest trudne do zastosowania w praktyce. Architektury rozproszone mogą wykorzystywać podejście zorientowane na usługi lub agenta mobilnego. Jedną z technologii, która jest wykorzystywana do implementacji tego typu architektury, jest platforma Jini. Jest to wykorzystywane m.in. przez firmę ProSyst Software do dostarczania produktów do sterowania urządzeniami gospodarstwa domowego. Jednym z wyzwań związanych z modelem rozproszonym jest to, że stosowanie zabezpieczeń sieci jest bardziej złożone w porównaniu z podejściem scentralizowanym. W tej architekturze każde urządzenie inteligentne może łączyć się z dowolnym węzłem w dowolnym momencie, bez konieczności wcześniejszego poznania się. To, zwłaszcza w połączeniu z faktem, że niektóre urządzenia mogą być mocno ograniczone, sprawia, że zarządzanie kluczami jest tutaj dużym wyzwaniem.

Wyzwania i kierunki badań w inteligentnym domu połączonym

Istnieje wiele wyzwań, które wymagają priorytetowej uwagi ze strony deweloperów i badaczy inteligentnych domów, aby dalej rozwijać inteligentny dom. W kolejnych częściach omówiono cztery główne wyzwania.

Interoperacyjność

Interoperacyjność to zdolność różnych urządzeń i usług do współpracy. W środowisku inteligentnego domu przypadkiem użycia może być sytuacja, w której urządzenie do noszenia, takie jak inteligentny zegarek, wykryje pobudkę domownika i wyśle sygnał do podłączonego ekspresu do kawy, aby

rozpocząć proces parzenia. Jak wspomniano wcześniej, na rynku dostępne są różne platformy integracyjne. Platformy te, np. Apple HomeKit, pomagają we wdrożeniu takiego przypadku użycia, jednak jeśli urządzenia zostały wyprodukowane przez różnych dostawców, skłonienie ich do współpracy może być problematyczne. Chociaż mogą mówić o IP, odmiennych protokołach, algorytmach kryptograficznych i zastrzeżonych formatach certyfikatów interoperacyjność sprawia, że prawdziwa interoperacyjność jest wyzwaniem (Cloud Security Alliance, 2016). Ponadto organizacja kontrolująca różne części rynku wertykalnego (np. inteligentna rozrywka) może zdominować rynek, tłumiąc konkurencję i tworząc bariery wejścia dla konkurentów. Odmienne standardy, zastrzeżone technologie i architektury mogą również zamykać konsumentów w jednym ekosystemie produktów, co utrudnia przesyłanie ich danych z jednej platformy do konkurencyjnego producenta urządzeń lub dostawcy usług. Na przykład pokrewny przypadek miał miejsce, gdy firma sprzedająca system automatyki domowej Revolv Hub wyłączyła swoje serwery, czyniąc sprzęt i powiązane aplikacje bezużytecznymi. Główna uwaga jest taka, że interoperacyjność jest kluczem do budowy ogólnych rozwiązań inteligentnego domu, otwarcia rynków na konkurencyjne rozwiązania w IoT, a także do ułatwienia integracji z obecnym Internetem. Interoperacyjność jest niezbędnym elementem do przekształcenia inteligentnego połączonego domu w bardziej inteligentny dom, w którym urządzenia nie tylko łączą się ze sobą, ale są w stanie współpracować, aby osiągnąć ujednoczony cel. Aby to osiągnąć, możliwe jest, że urządzenia i aplikacje muszą zostać oddzielone. Co więcej, może to wymagać architektur, które skłaniają się ku podejściu rozproszonemu lub hybrydowemu, łączącemu zalety stylów scentralizowanych i rozproszonych. Jednak w tej chwili urządzenia i aplikacje (aplikacje) są zwykle obsługiwane przez tego samego interesariusza (zazwyczaj producenta urządzenia). Ponadto większość modeli biznesowych przyjętych przez dostawców oraz większość aplikacji komercyjnych i prac badawczych koncentruje się na modelach opartych na chmurze wykorzystujących scentralizowane architektury.

Bezpieczeństwo i prywatność

Urządzenia inteligentnego domu są ściśle powiązane z domownikami, zwłaszcza pod względem ich stylu życia, nawyków i wrażliwych danych, takich jak osobiste zdjęcia, filmy i cyfrowe pamiętniki. Dlatego wszystkie informacje gromadzone, wymieniane i przechowywane w inteligentnym, połączonym domu, środowisku, które ma służyć jako prywatna przestrzeń, mogą prowadzić do poważnych zagrożeń bezpieczeństwa i prywatności. Chociaż ryzyko jest różne w różnych systemach i usługach inteligentnego domu szczegółowe dane osobowe mogą być gromadzone przez urządzenia i wykorzystywane między innymi do profilowania indywidualnych zachowań. Na przykład inteligentny termostat może gromadzić statystyki użytkownika urządzenia i dane środowiskowe, aby poznać zachowanie domowników. Chociaż z korzystnych powodów dane te mogą być udostępniane legalnym podmiotom, takim jak dostawcy energii, w celach związanych z wydajnością energetyczną, ale mogą być również podsłuchiwane przez złośliwych agentów zagrożeń, takich jak cyberprzestępcy. Informacje te mogą następnie zostać wykorzystane potencjalnie do kradzieży domu w czasie, gdy na urządzeniu nie zarejestrowano szczytowej aktywności, co sugeruje, że mieszkańcy mogą być nieobecni. Taki scenariusz i powiązane scenariusze rodzą ważne pytania dotyczące zarządzania danymi oraz tego, czy zebrane dane są utrzymywane w tajemnicy i przetwarzane w bezpieczny sposób przez wszystkich interesariuszy w całym łańcuchu. Ponadto, ponieważ inteligentny podłączony dom integruje więcej urządzeń, zapewnia więcej punktów wejścia dla złośliwego oprogramowania i różnych źródeł zagrożeń. W przypadku niejednorodnych urządzeń w domu wpływ ryzyka może wahać się od niskiego do krytycznego. Na przykład atak na urządzenie podłączone do Internetu może zakłócić działanie usługi, na przykład uniemożliwić urządzeniu takiemu jak Amazon Echo przejście do Internetu i odpowiedź na zapytanie. Jednak atak na urządzenie uruchamiające, takie jak bezprzewodowa pompa insulinowa lub rozrusznik podłączony do sieci, może mieć zagrażające życiu skutki. Co więcej, złożoność interfejsów

API oprogramowania, integracyjne oprogramowanie pośredniczące i stopy oprogramowania stwarzają możliwości wykorzystania przez różnych agentów zagrożeń. Schematyczna ilustracja złośliwych agentów zagrożeń atakujących inteligentny podłączony dom jest pokazana na rysunku 13.7. Dlatego głównym problemem jest włożenie większego wysiłku w badanie zarówno złośliwych agentów zagrożeń, jak i ich możliwości. Jest to ważny pierwszy krok do przeprowadzenia oceny ryzyka prywatności i bezpieczeństwa, a ostatecznie do opracowania strategii skutecznego zarządzania ryzykiem i środki zaradcze. Zwłaszcza w domu, który przez większość ludzi uważany jest za najbardziej prywatne i intymne miejsce, istnieje również pilna potrzeba uzyskania większej wiedzy na temat wrażliwości napływu danych, a także sposobów ich ochrony przed szkodą lub nadużywanie. Jednak prace w tym obszarze są opóźnione, zwłaszcza w zakresie dostarczania ogólnych modeli danych dla inteligentnych, połączonych domów.

Niezawodność

Inteligentne, połączone domy nie mogą zawieść ani zachowywać się w nieprzewidywalny sposób, jeśli coś pójdzie nie tak. Jednak w porównaniu z tradycyjnymi urządzeniami elektrycznymi i elektronicznymi, takimi jak telewizory, kuchenki mikrofalowe i kamery, urządzenia IoT są bardziej złożone i prawdopodobnie nie są tak niezawodne. Oprócz odporności na awarie, niezawodność jest głównym wyzwaniem, które musi zostać pokonane, aby inteligentny dom zyskał szerszą akceptację. Niezawodność jest szczególnie ważna w przypadku funkcji, które kontrolują środowisko fizyczne, ponieważ ich niezastosowanie może skutkować wypadkami (np. ludzie mogą spaść ze schodów po nieoczekiwanym wyłączeniu światła). Istnieje również kilka różnych aspektów wyzwania niezawodności. W szczególności, porównując podłączone urządzenia do „tradycyjnych” systemów komputerowych, istnieją różnice w kulturze rozwoju, podejściach technologicznych, oczekiwaniach rynków i przepisach, jako czynnikach wpływających na niezawodność. Czynniki te wykraczają poza społeczność badawczą i obejmują zainteresowane strony które rozwijają, regulują i konsumują te usługi. Innym aspektem jest to, że inteligentny dom połączony z integracją z zewnętrznymi dostawcami usług przekształcił dom w system systemów. Widać to na przykład, patrząc na obszary usługowe, takie jak energia. Obejmuje to urządzenia, takie jak inteligentne liczniki i inteligentne gniazda, które integrują dom z infrastrukturą inteligentnej sieci. Chociaż korzyści jest wiele, może to również spowodować, że dom będzie zachowywał się w niewiarygodny, nieco nieprzewidywalny sposób. Na przykład awarie usług, awarie oprogramowania i opóźnienia w działaniu mogą być bezpośrednią konsekwencją problemów w systemach zewnętrznych. Konkretne pytanie, jakie ten scenariusz stawia, dotyczy rozwiązywania takich problemów. To ostatecznie sprawia, że kluczowe jest posiadanie odpornych architektur, które pozwalają na odporność na awarie, standardowych protokołów i interfejsów oraz organów regulacyjnych, które nadzorują rozwój takich systemów. Jako spostrzeżenie można również zauważyć, że zapewnienie niezawodności w inteligentnych, połączonych domach ma kluczowe znaczenie dla życia wspomaganego. Jest to szczególnie ważne w dziedzinie opieki zdrowotnej. W tym obszarze urządzenia medyczne dokonujące niedokładnych pomiarów lub wnioskujących o charakterze zachowania lub profilu zdrowia danej osoby mogą spowodować poważne lub zagrażające życiu obrażenia. Dlatego twórcy technologii muszą uwzględnić środki radzenia sobie z błędami, szczególnie w sytuacjach krytycznych dla bezpieczeństwa. W rozwiązywaniu tego wyzwania kluczowe znaczenie mają przepisy i normy, które gwarantują pewien poziom bezpieczeństwa domownikom.

Użyteczność

Urządzenia inteligentnego domu mogą być używane przez niewprawnych użytkowników. Osoby te nie są zaznajomione z wewnętrznym działaniem technologii. Użyteczność określa sposób interakcji użytkownika końcowego z różnymi inteligentnymi urządzeniami i preferencjami systemowymi).

Zasadniczo to jakość zapewnia łatwość użytkowania i prostotę z punktu widzenia użytkownika końcowego. Na przykład zwykły użytkownik może mieć trudności z użyciem silnych mechanizmów uwierzytelniania, które mogą wymagać długiego hasła tekstowego lub kodu PIN. Użyteczność sprawia, że system z perspektywy użytkownika końcowego charakteryzuje się jako prosty, przejrzysty i dyskretny, najlepiej bez narażania bezpieczeństwa i prywatności. W ostatnim czasie poczyniono różne postępy, aby sprostać wyzwaniu użyteczności. W szczególności aktywacja głosowa wydaje się być wiodącą naturalną metodą interfejsu użytkownika, która ułatwia interakcję między domownikami a usługami inteligentnego domu (Allied Business Intelligence, 2016). Mimo to, aby wykrywanie głosu było skuteczne, musi być w stanie przechwytywać głos z dowolnego miejsca w domu, niekoniecznie ograniczonego do pomieszczeń znajdujących się w bliskiej odległości od urządzeń podsłuchowych. Alternatywą dla wykrywania głosu jest wykrywanie gestów. Ułatwia to osobom starszym i niepełnosprawnym interakcję z systemami inteligentnego domu za pomocą prostych gestów przed kamerami. Jednak ta metoda może nie być idealna dla osób z bardzo ograniczonymi lub zaburzonymi ruchami ciała. Podobnie, niektóre grupy ludzi mogą preferować interakcję z inteligentnym domem za pomocą urządzenia fizycznego (np. komputera, smartfona lub pilota) zamiast za pomocą modalności, takich jak mowa i gesty. Ponadto potrzebne są adaptacyjne interfejsy inteligentnego domu, które można dostosować do potrzeb wielu grup użytkowników, różniących się prawdopodobnie płcią, wiekiem i możliwościami fizycznymi (Jeong i in., 2009). Można zaobserwować, że potrzeba więcej wysiłku badawczego, aby znaleźć właściwe podejście do łączenia użytkowników końcowych z systemem inteligentnego domu połączonym w celu zapewnienia wysokiego stopnia użyteczności. W ostatnich latach badania nad Rozszerzoną Rzeczywistością i Interfejsem Komputera Mózgowego zyskały dużą popularność, aby poprawić sposoby interakcji ze środowiskiem fizycznym. Mimo to ich zastosowanie w komercyjnych inteligentnych domach inteligentnych nie nabrało jeszcze rozpędu. Aby rozwiązać ten problem, standardy użyteczności mają kluczowe znaczenie i potrzebna jest współpraca krzyżowa między naukami inżynieryjnymi, naukami behawioralnymi i badaniami psychologicznymi.

Wnioski

Inteligentny podłączony dom oferuje mieszkańcom wzbogacone usługi i dostęp do informacji. Takie domy są wyposażone w inteligentne urządzenia, które umożliwiają mieszkańcom korzystanie z usług sieciowych, takich jak zarządzanie energią, domowa opieka zdrowotna i inteligentna rozrywka. W rozdziale przedstawiono różne podstawowe technologie i różne modele architektoniczne, które są wykorzystywane w rozwoju współczesnych systemów inteligentnego domu. Chociaż korzyści płynące z technologii IoT w domach jest wiele, rozwój efektywnych inteligentnych domów jest utrudniony przez istotne wyzwania. W szczególności dotyczą one bezpieczeństwa i prywatności danych, wsparcia interoperacyjności, niezawodności produktów i usług oraz użyteczności. Prawdopodobnie bezpieczeństwo i prywatność stanowią największy problem dla właścicieli domów. Dzieje się tak zwłaszcza dlatego, że dom, będący naturalnym miejscem, w którym oczekiwana jest prywatność, jest konfrontowany z coraz większymi doniesieniami o atakach na cyberbezpieczeństwo. Pomimo tych wyzwań coraz więcej właścicieli domów przyjmuje technologie inteligentnych domów, a wielu interesariuszy komercyjnych zwiększa zainteresowanie działaniami związanymi z inteligentnymi domami. Istnieje kilka inicjatyw i przepisów, które obecnie powstają, aby sprostać wspomnianym wyzwaniom, ale nadal potrzebne są znaczne wysiłki. Ostatecznie zajęcie się tymi wysiłkami przyniesie korzyści domownikom komfortu, wygody i spokoju, a jednocześnie przyczyni się do bardziej energooszczędnego, bezpiecznego i prawdopodobnie zdrowszego społeczeństwa i środowiska.