

Comparative analysis of smart home management systems

Analiza porównawcza systemów do zarządzania inteligentnym domem

Patryk Bąk*, Grzegorz Koziół

Department of Computer Science, Lublin University of Technology, Nadbystrzycka 36B, 20-618 Lublin, Poland

Abstract

The article presents a comparative analysis of smart home management systems. The paper includes an analysis of the market, from which two systems were selected for detailed analysis. The choice was between the open source locally running Home Assistant system and the cloud-based Google Home solution. The detailed analysis includes a comparison of documentation, functionality, configurability, security, architecture and user feedback. In addition, two studies were conducted. The first addressed the response time of end devices to perform an action in the smart home management system. The second, on the other hand, addressed the time and number of steps required to configure devices with the systems.

Keywords: internet of things; smart home; comparative analysis; management system

Streszczenie

Artykuł przedstawia analizę porównawczą systemów do zarządzania inteligentnym domem. W pracy została zawarta analiza rynku, z której zostały wyłonione dwa systemy do przeprowadzenia szczegółowej analizy. Wybór padł na otwartoźródłowy, lokalnie działający system Home Assistant oraz chmurowe rozwiązanie Google Home. Szczegółowa analiza zawiera porównanie dokumentacji, funkcjonalności, możliwości konfiguracji, bezpieczeństwa, architektury oraz opinie użytkowników. Dodatkowo zostały przeprowadzone dwa badania. Pierwsze odnosiło się do czasu reakcji urządzeń końcowych na wykonania akcji w systemie do zarządzania inteligentnym domem. Drugie natomiast porusza temat czasu oraz liczby kroków potrzebnych na skonfigurowanie urządzeń z obydwojema systemami.

Słowa kluczowe: internet rzeczy; inteligentny dom; analiza porównawcza; system zarządzania

*Corresponding author

Email address: patrykbak1999@gmail.com (P. Bąk)

Published under Creative Common License (CC BY 4.0 Int.)

1. Wstęp

We współczesnym świecie technologia inteligentnego domu przeżywa renesans. Coraz więcej ludzi decyduje się na instalację rozwiązań, które umożliwiają zdalne sterowanie urządzeniami w domu, dostosowywanie oświetlenia do nastroju czy automatyczne regulowanie temperatury w pomieszczeniach. Wraz z rosnącym zapotrzebowaniem na takie rozwiązania, rynek oferuje coraz więcej systemów do zarządzania inteligentnym domem.

Chociaż istnieje wiele systemów dostępnych na rynku, nie wszystkie z nich są równie funkcjonalne, bezpieczne czy łatwe w konfiguracji. Dlatego ważne jest, aby dokładnie przeanalizować dostępne opcje przed podjęciem decyzji o wyborze konkretnego systemu.

W artykule autorzy skoncentrowali się na popularnych systemach do zarządzania inteligentnym domem: Home Assistant - otwartoźródłowym systemie działającym lokalnie oraz Google Home - chmurowym rozwiązaniu oferowanym przez Google.

Przedstawiona analiza ma na celu porównanie tych systemów pod kątem takich aspektów jak: dokumentacja, funkcjonalność, możliwości konfiguracji, bezpieczeństwo, architektura oraz opinie użytkowników. Dodatkowo, w ramach badań praktycznych, przeanalizowano czas reakcji urządzeń w obu systemach oraz czas i liczbę kroków potrzebnych do ich skonfigurowania.

Autorzy postawili tezę oraz dwie hipotezy dotyczące analizy porównawczej systemów do zarządzania inteligentnym domem.

Teza: Rozwiązania do zarządzania inteligentnym domem istniejące na rynku, różnią się istotnie pod względem funkcjonalności, dostępności i wykorzystania technologii, co wpływa na ich efektywne zastosowanie i komfort użytkowników w środowisku inteligentnych domów.

Hipoteza nr. 1: Systemy do zarządzania inteligentnym domem oferują różny stopień integracji z różnorodnymi urządzeniami domowymi.

Hipoteza nr. 2: Istniejące systemy do zarządzania inteligentnym domem charakteryzują się zróżnicowanym stopniem elastyczności.

2. Analiza rynku

Rynek systemów do zarządzania inteligentnym domem jest dynamicznie rozwijającym się sektorem, który przyciąga coraz większe zainteresowanie użytkowników na całym świecie. W miarę jak technologia Internetu Rzeczy (ang. Internet of Things) staje się bardziej dostępna i zaawansowana, rośnie liczba urządzeń oferujących możliwość zdalnego sterowania, monitorowania oraz dostarczających wiele funkcji. Jednak z tym dynamicznym rozwojem pojawiają się także wyzwania, zwłaszcza w kontekście zarządzania tymi rozproszonymi urządzeniami.

Każdy producent inteligentnych urządzeń często posiada własny system do zarządzania nimi, co prowadzi do frustracji użytkowników, którzy muszą korzystać z wielu aplikacji, aby kontrolować różne urządzenia w swoim domu. W odpowiedzi na te trudności, na rynku pojawiły się rozwiązania, które pozwalają na integrację różnych technologii i marek w jednym centralnym systemie zarządzania.

Google Home to system zarządzania inteligentnym domem opracowany przez Google, który umożliwia konfigurację i kontrolę urządzeń Google oraz ich integrację z produktami innych producentów. System ten dostarcza dostęp do asystenta Google [1], który odpowiada na pytania, wykonuje polecenia głosowe i dostarcza informacje. Google Home działa w chmurze i pozwala na zarządzanie urządzeniami za pośrednictwem dedykowanej aplikacji mobilnej na urządzeniach z systemem Android i iOS. Kluczowe cechy to integracja z różnymi urządzeniami, asystent głosowy, możliwość tworzenia automatyzacji, aplikacja mobilna, działanie w chmurze oraz integracja z różnymi usługami i aplikacjami.

Home Assistant to zaawansowany system do zarządzania inteligentnym domem, który wyróżnia się kodem na wolnej licencji Apache License 2.0 [2], dużą elastycznością i wsparciem społeczności. Platforma Home Assistant została napisana w języku Python i umożliwia użytkownikom rozwijanie i dostosowywanie systemu do swoich indywidualnych potrzeb. Działa na zasadzie lokalnego serwera, co gwarantuje kontrolę nad prywatnością danych, a jego wszechstronna obsługa integracji pozwala na łączenie i kontrolowanie różnych inteligentnych urządzeń. Dzięki elastyczności i aktywnej społeczności programistycznej użytkownicy mogą tworzyć własne skrypty i interfejsy użytkownika. Zarządzanie jest możliwe poprzez aplikację mobilną i przeglądarkę internetową, a także poprzez asystentów głosowych, takie jak Asystent Google, Amazon Alexa [3].

HomeKit to system od firmy Apple, który jest rozwiązaniem do zarządzania inteligentnym domem. Pozwala na integrację i kontrolę urządzeń różnych producentów w jednym systemie. Oferuje wygodne grupowanie urządzeń, umożliwiając jednocześnie sterowanie wieloma z nich oraz automatyzację działań, dostosowanych do określonych warunków czasowych, lokalizacyjnych i innych. HomeKit obsługuje różnorodne urządzenia, takie jak oświetlenie, termostaty, zamki, kamery i głośniki jednak muszą one być oznaczone jako współpracujące z HomeKit. Warto zaznaczyć, że system jest zintegrowany z asystentem głosowym Siri, choć nie obsługuje języka polskiego. HomeKit umożliwia zarządzanie urządzeniami zarówno lokalnie, jak i zdalnie, a dostęp do niego jest możliwy tylko na urządzeniach firmy Apple z systemem iOS.

SmartThings, dostarczane przez firmę Samsung, to oparte na chmurze rozwiązanie do automatyzacji i zarządzania inteligentnymi urządzeniami. System ten oferuje wszechstronną integrację z różnorodnymi inteligentnymi urządzeniami niezależnie od producenta. Użytkownik może łatwo konfigurować urządzenia i tworzyć automatyczne scenariusze, dostosowane do określonych

warunków lub harmonogramu. Aplikacja mobilna SmartThings umożliwia zdalne zarządzanie urządzeniami, a także posiada wbudowanego asystenta głosowego, Bixby, choć nie obsługuje on języka polskiego. System ten oferuje liczne integracje zewnętrzne, umożliwiając użytkownikowi korzystanie z usług takich jak Amazon Alexa, Asystent Google i IFTTT [4].

Do dalszych badań wybrano dwa najpopularniejsze systemy Google Home i Home Assistant. Systemy zostały wybrane, ponieważ prezentują kompletnie dwa odmienne podejścia. Google Home jest rozwiązaniem chmurowym, który oferuje prostotę i ograniczoną liczbę konfiguracji. Home Assistant jest rozwiązaniem otwartoźródłowym, które działa lokalnie oraz posiada ogromne możliwości konfiguracji oraz ogromną społeczność, która wspiera ten projekt.

3. Przegląd literatury

3.1. Historia rozwoju inteligentnych domów

Inteligentne domy wywodzą się z dziedziny automatyki, ich historia rozwoju jest ściśle związana z postępem technologii oraz potrzebą ułatwiania życia poprzez automatyzowanie codziennych czynności. Rozwój inteligentnego domu to proces, który swoje początki ma wiele dekad temu. Szybki postęp technologii spowodował, że jego rozwój w ostatnich latach znacząco przyspieszył. Historię rozwoju inteligentnych domów można przedstawić poprzez opis kluczowych etapów w historii technologii.

1. Wczesne początki (lata 70. XX wieku): Początek koncepcji inteligentnych domów datowany jest na lata 70. XX wieku, wraz z wprowadzeniem platformy automatyzacji domowej X10, która przesyłała cyfrowe informacje przez impulsy radiowe do istniejącej instalacji elektrycznej domu [5]. Początki inteligentnych domów wiążą się również z pojawieniem się inteligentnych budynków w latach 70. i 80. XX wieku [6].
2. Rozwój w latach 90. XX wieku: W latach 90. XX wieku badacze zaczęli zwracać uwagę na akceptację i przyszłe zastosowanie inteligentnych domów w prywatnych gospodarstwach domowych w Europie [7].
3. Rozwój technologii bezprzewodowych (początek XXI wieku): Rozwój technologii bezprzewodowych takich jak Wi-Fi i Bluetooth [8] ułatwił komunikację między urządzeniami w domu, co było istotnym elementem rozwoju inteligentnych domów.
4. Era smartfonów i aplikacji mobilnych (II dekada XXI wieku): Aplikacje mobilne oraz smartfony umożliwiły kontrolowanie inteligentnych urządzeń domowych za pomocą urządzeń mobilnych, co znacząco wpłynęło na przyjęcie tych technologii przez użytkowników.
5. Rozwój asystentów głosowych i sztucznej inteligencji (II dekada XXI wieku): Rozwój technologii sztucznej inteligencji [9] oraz asystentów głosowych umożliwił bardziej zaawansowaną interakcję z inteligentnymi systemami domowymi.
6. Integracja i standaryzacja (obecnie): Współczesne badania i rozwój skupiają się na integracji różnych

systemów i urządzeń inteligentnych oraz na standaryzacji, która ma na celu ułatwienie komunikacji między urządzeniami różnych producentów [10]. Rozwój inteligentnych domów to ciągły proces, który zapewne będzie kontynuowany w przyszłości, dzięki postępowi w dziedzinie sztucznej inteligencji, technologii bezprzewodowych i Internetu Rzeczy [11].

3.2. Technologie i standardy

Podstawą rozwoju inteligentnych domów umożliwiającą komunikację między urządzeniami oraz oferującą różnorodne funkcje są wykorzystane technologie oraz standardy, które poprawiają komfort i wygodę budowania oraz korzystania z systemów inteligentnego domu. Poniżej przedstawiono kilka kluczowych technologii, które są wykorzystywane w urządzeniach inteligentnego domu.

Najbardziej podstawą technologią bezprzewodową, która umożliwia komunikację między urządzeniami w domu, jest Wi-Fi [12]. Ta technologia komunikacji jest szeroko wykorzystywana do łączenia urządzeń z internetem, co umożliwia zdalną kontrolę i monitorowanie systemów domowych.

Szeroko wykorzystywanym protokołem komunikacji jest Bluetooth [13]. Jest to technologia bezprzewodowa, która umożliwia komunikację między urządzeniami na krótkich dystansach. Jest często używana do łączenia inteligentnych urządzeń z telefonami komórkowymi lub innymi kontrolerami.

Kolejnym standardem wykorzystywanym w systemach inteligentnego domu jest Zigbee [14]. Jest to protokół komunikacji bezprzewodowej zaprojektowany specjalnie dla efektywnego działania urządzeń o niskim poborze mocy w sieci inteligentnego domu. Jest szeroko stosowany w systemach automatyki domowej, umożliwiając płynną i niezawodną komunikację między różnymi urządzeniami. Technologia ta umożliwia tworzenie sieci kratowych [15], gdzie każde urządzenie wpięte do stałego źródła zasilania może pełnić funkcję przekaźnika, eliminując potrzebę wielu punktów dostępu [16-17].

Najnowszą technologią wykorzystywaną w urządzeniach przeznaczonych do wykorzystania w inteligentnym domu jest Matter [18]. To nowy standard branżowy opracowany przez Amazon, Apple, Google i inne firmy, mający na celu ułatwienie komunikacji między inteligentnymi urządzeniami w domu. Ma na celu zminimalizowanie fragmentacji i konkurujących standardów w branży inteligentnych domów, umożliwiając przy tym płynniejszy rozwój i łatwiejsze przełączanie się między różnymi urządzeniami dla użytkowników [19-20].

3.3. Bezpieczeństwo i prywatność

Obecnie inteligentne domy stają się coraz bardziej popularne. Oferują wygodę i nowoczesność, umożliwiają sterowanie różnymi urządzeniami w domu za pomocą smartfona lub głosu. Jednakże, z tą wygodą przychodzi również kwestie z zakresu bezpieczeństwa i prywatności.

Ryzyka prywatności: Systemy inteligentnego domu gromadzą dużo danych. Każde urządzenie, które

dodawane jest do sieci domowej, może zebrać informacje, które mogą być osobiste. Na przykład, inteligentne kamery wideo mogą monitorować aktywność użytkownika, a czujniki temperatury są w stanie rejestrować obecność użytkownika w domu [21] na podstawie zmiany temperatury i wilgotności.

Zrozumienie technologii: Technologie te mogą być skomplikowane. Nie każdy użytkownik ma techniczną wiedzę, aby zrozumieć, jak te systemy działają, co może prowadzić do błędów w ustawieniach bezpieczeństwa, które z kolei mogą narazić jego prywatność [22].

Bezpieczeństwo informacji: Jak każda technologia internetowa, inteligentne domy mogą być narażone na ataki hakerskie. Użytkownik powinien poznać jakie środki bezpieczeństwa są dostępne, aby chronić swoje dane i swoją prywatność [23].

Świat fizyczny spotyka się z cyfrowym: Inteligentne domy łączą fizyczne otoczenie z cyfrowym światem. Na przykład, użytkownik może zablokować drzwi lub wyłączyć światła za pomocą aplikacji w smartfonie. To zwiększa wygodę, ale także stawia jego dom w obliczu nowych zagrożeń dla prywatności i bezpieczeństwa [24].

Urządzenia internetu rzeczy: Urządzenia takie jak inteligentne światła, zamki i termostaty są częścią większej sieci znanej jako Internet Rzeczy. Te urządzenia mogą być podatne na ataki hakerskie, jeśli ich oprogramowanie nie jest odpowiednio zabezpieczone [25]

3.4. Przyszłość inteligentnych domów

System inteligentnych domów ewoluuje na rzecz większej wygody, funkcjonalności i wydajności [26]. Kluczowe aspekty, które mogą zdefiniować przyszłość inteligentnych domów obejmują ciągłą ewolucję technologii, co sprawi, że domy stają się jeszcze bardziej wygodne i funkcjonalne.

Rosnące zainteresowanie automatyzacją sugeruje, że w przyszłości duża część aspektów życia będzie zautomatyzowana. Rozwój technologiczny może również przynieść niskonapięciowe urządzenia z kategorii Internetu Rzeczy o dalekim zasięgu, które będą połączone, uzupełniające się i świadome, co przyczyni się do tworzenia bardziej spójnych i inteligentnych systemów domowych [27].

Liczba gospodarstw domowych aktywnie korzystających z urządzeń inteligentnych domów w Stanach Zjednoczonych ma wzrosnąć, co pokazuje jasną przyszłość dla tej technologii, z rocznym wzrostem prognozowanym na poziomie 10,2%. W miarę postępu technologicznego, inteligentne domy będą kontynuować swoją ewolucję, oferując użytkownikom nowe możliwości i ulepszenia, które znacząco wpłyną na codzienne życie [28].

4. Analiza porównawcza wybranych systemów

4.1. Analiza dokumentacji

Analiza porównawcza systemów zarządzania inteligentnym domem, tj. Home Assistant i Google Home, opiera się na analizie ich dokumentacji. Dokumentacja Home Assistant skupia się na konfiguracji, automatyzacji

i integracji różnych urządzeń w lokalnym środowisku, oferując szczegółowe informacje w języku YAML. Jest wszechstronnym źródłem wiedzy dla twórców systemów inteligentnych domów. Z kolei dokumentacja Google Home skupia się na integracji z systemem Google i jest głównie przydatna dla deweloperów. Home Assistant oferuje wsparcie dla różnych technologii i urządzeń, niezależnie od producenta, podczas gdy Google Home koncentruje się na technologiach Google. Home Assistant jest dostępny na licencji Apache 2.0, wymagając jednak pewnej wiedzy technicznej, podczas gdy Google Home jest rozwiązaniem własnościowym o prostszej konfiguracji. Dokumentacja Home Assistant jest głównie dostępna w języku angielskim, w przeciwieństwie do dokumentacji Google Home, która jest wielojęzyczna, ale nie zawiera wersji polskiej [29-30].

4.2. Analiza funkcjonalności

Analiza funkcjonalności dwóch systemów zarządzania inteligentnym domem, Home Assistant i Google Home, ujawnia kluczowe różnice w ich możliwościach. Home Assistant wyróżnia się zaawansowanymi opcjami automatyzacji, oferując użytkownikom możliwość tworzenia skomplikowanych reguł, wyzwalanych przez różne zdarzenia i warunki, przy użyciu szablonów. Integracja z różnymi urządzeniami i protokołami jest elastyczna, a użytkownicy mogą dostosować interfejs użytkownika do swoich potrzeb. Dodatkowo, Home Assistant umożliwia bezpieczne tworzenie kopii zapasowych systemu oraz wprowadza opcje uwierzytelniania wieloskładnikowego. Z kolei Google Home skupia się na sterowaniu głosowym poprzez zintegrowanego asystenta głosowego, a użytkownicy mogą tworzyć rutyny do automatyzacji działań. Integracja koncentruje się na usługach Google, szczególnie w obszarze multimedialnych. Interfejs użytkownika opiera się na aplikacji mobilnej, co zapewnia zdalne sterowanie i monitorowanie. W kwestii bezpieczeństwa, Google Home wykorzystuje funkcje bezpieczeństwa Konta Google, choć nie oferuje możliwości tworzenia kopii zapasowych konfiguracji [31-32].

4.3. Analiza możliwości konfiguracji

Konfiguracja jest kluczowym aspektem w zarządzaniu systemami inteligentnego domu, a zrozumienie możliwości konfiguracji oferowanych przez różne platformy jest istotne dla optymalnego wykorzystania automatyzacji domowej. W kontekście Home Assistant, system ten umożliwia zaawansowaną konfigurację poprzez pliki YAML, co może być wyzwaniem dla mniej doświadczonych użytkowników, chociaż istnieje również ograniczony interfejs graficzny. Home Assistant wyróżnia się elastycznymi opcjami automatyzacji i scenariuszy, obsługując szeroki zakres wyzwalaczy i działań. Jego przewagą polega na wszechstronnej integracji z ponad 2000 różnymi urządzeniami i usługami, a użytkownicy mogą dostosowywać interfejs użytkownika do swoich potrzeb, nawet zmieniając jego wygląd poprzez motywy. Z kolei Google Home oferuje bardziej przystępną konfigurację poprzez aplikację mobilną, choć jest to mniej elastyczne w porównaniu do Home Assistant. Tworzenie rutyn jest

prostsze, ale może oferować mniej opcji. Google Home integruje się również z wieloma urządzeniami i usługami, co jest łatwiejsze w konfiguracji, choć interfejs użytkownika oferuje mniejszą możliwość personalizacji [33-34].

4.4. Analiza bezpieczeństwa systemu

Bezpieczeństwo w kontekście systemów inteligentnego domu stanowi istotny element, który obejmuje ochronę zarówno danych użytkowników, jak i bezpieczeństwo fizyczne mieszkańców. W kontekście platformy Home Assistant, zapewnienie prywatności jest osiągane poprzez lokalne przechowywanie danych na serwerze użytkownika, minimalizując ryzyko wycieku informacji. Użytkownik ma pełną kontrolę nad swoimi danymi i konfiguracją, a system oferuje różne metody uwierzytelniania, w tym uwierzytelnianie dwuskładnikowe. Dostęp zdalny jest możliwy, ale jego konfiguracja zależy od użytkownika. Aktualizacje są dostarczane przez społeczność i instalowane manualnie przez użytkownika, co wymaga zarządzania nimi. Społeczność Home Assistant oraz dokumentacja dostarczają wsparcia i informacji dotyczących najlepszych praktyk z zakresu bezpieczeństwa.

W przypadku Google Home, dane są przechowywane w chmurze firmy Google, co może budzić obawy dotyczące prywatności, a użytkownik jest zależny od infrastruktury i zabezpieczeń Google. Google Home korzysta z uwierzytelniania dwuskładnikowego, ale dostęp zdalny jest zarządzany przez Google, co ogranicza kontrolę użytkownika. Automatyczne aktualizacje oprogramowania są zapewniane przez Google, co przyczynia się do stałej ochrony. Użytkownicy mogą korzystać z wsparcia technicznego i zabezpieczeń dostarczanych przez Google. Ostateczny wybór platformy zależy od priorytetów użytkownika w zakresie prywatności danych, kontroli nad systemem, zarządzania aktualizacjami oraz preferencji co do dostępu zdalnego [35-36].

4.5. Opinie użytkowników

Analiza opinii użytkowników, którzy mieli doświadczenia z platformami Home Assistant i Google Home, jest kluczowym źródłem informacji dla przyszłych użytkowników, pomagając im w dokonaniu świadomego wyboru. Użytkownicy Home Assistant wyrażają uznanie dla platformy ze względu na jej otwartość, zdolność do przechowywania danych lokalnie oraz pełną kontrolę nad własnymi danymi i konfiguracją. System ten pozwala również na tworzenie zaawansowanych automatyzacji i scenariuszy, zarówno za pomocą języka YAML, jak i wizualnego edytora. Niemniej jednak, niektórzy użytkownicy zaznaczają, że konfiguracja może być wymagająca dla osób bez wcześniejszej wiedzy technicznej. Z drugiej strony, Google Home cieszy się uznaniem ze względu na prostotę i łatwość obsługi, zwłaszcza w kontekście interakcji głosowych i integracji z usługami oraz urządzeniami Google. Użytkownicy mogą intuicyjnie zarządzać swoimi urządzeniami i konfiguracją za pomocą aplikacji Google Home oraz korzystać z poleceń głosowych do sterowania inteligentnymi urządzeniami w domu. Jednakże, istnieją obawy dotyczące prywatności i przechowywania danych na serwerach Google, co może stanowić

kwestię dyskusyjną. W przypadku interakcji między Home Assistant a Google Home, użytkownicy mogą cieszyć się prostotą drugiej opcji, ale jednocześnie być ograniczeni pod względem prywatności i kontroli nad danymi w porównaniu z pierwszą platformą [37-38].

4.6. Podsumowanie

Home Assistant, z jednej strony, oferuje użytkownikom głęboką personalizację, wsparcie dla szerokiej gamy urządzeń oraz pełną kontrolę nad danymi i konfiguracją, co jest szczególnie cenione przez zaawansowanych użytkowników i entuzjastów technologii. Niemniej jednak, jego skomplikowana konfiguracja i potrzeba głębszej wiedzy technicznej mogą stanowić barierę dla niektórych użytkowników.

Google Home jest ceniony za swoją intuicyjność, łatwość użycia i głęboką integrację z urządzeniami Google, co sprawia, że jest dostępny i przyjazny dla szerokiego kręgu użytkowników. Jednakże, pewne obawy dotyczące prywatności i mniejsza elastyczność w niektórych zastosowaniach mogą być punktami dyskusyjnymi dla potencjalnych użytkowników.

W kontekście bezpieczeństwa, obie platformy oferują różne strategie, z Home Assistant koncentrującym się na lokalnej kontroli i prywatności. Google Home dostarcza profesjonalne zabezpieczenia, ale jednocześnie przechowuje dane użytkownika w chmurze. Pod kątem architektury i zasad działania, Home Assistant i Google Home również prezentują odmienne filozofie, oferując użytkownikom wybór między pełną kontrolą i prywatnością a wygodą i prostotą.

5. Badania

5.1. Metodyka i scenariusze badań

Celem pracy jest przeprowadzenie analizy porównawczej dwóch wybranych systemów do zarządzania inteligentnym domem. Praca ma na celu dokładne zbadanie i ocenę możliwości oferowanych przez oba systemy, w tym ich wymagań technicznych, dostępności funkcji, a także ich wpływu na efektywne zarządzanie i komfort życia użytkowników w kontekście inteligentnych domów. W przeprowadzanych badaniach zmierzono czasy reakcji urządzeń na wykonanie akcji w systemie od zarządzania inteligentnym domem oraz czas i liczbę kroków potrzebnych do dodania nowych integracji.

5.1.1. Platforma badawcza

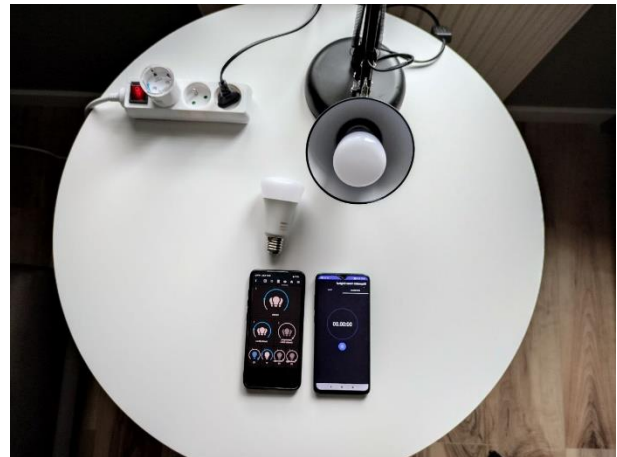
Google Home:

- Telefon Samsung S21FE z aplikacją Google Home
- Gniazdko Gosund ep2
- Żarówka Yeelight Smart LED Bulb 1SE RGBW
- Żarówka Philips Hue A60 RGBW

Home Assistant:

- Lokalny Server Dell Wyse 5070 z skonfigurowanym Home Assistant
- Telefon Samsung S21FE z aplikacją Google Home
- Gniazdko Gosund ep2
- Żarówka Yeelight Smart LED Bulb 1SE RGBW

- Żarówka Philips Hue A60 RGBW



Rysunek 1: Stanowisko Badawcze.

Na Rysunku 1 przedstawia środowisko badawcze, na którym zostały przeprowadzone badania.

5.1.2. Scenariusz badania numer 1

Zbadanie czasu reakcji urządzeń w systemie zarządzania inteligentnym domem jest kluczowe dla oceny wydajności i responsywności systemu. Szybka reakcja urządzeń na polecenia może znacząco wpłynąć na doświadczenie użytkownika oraz na funkcjonalność inteligentnego domu. Celem badania jest zidentyfikowanie czasu potrzebnego na zmianę stanu urządzenia po wykonaniu akcji w systemie zarządzania inteligentnym domem.

Badanie polegało na wykonaniu ręcznych pomiarów czasu reakcji urządzeń końcowych na wykonanie akcji w systemie do zarządzania inteligentnym domem. Żarówki oraz gniazdko były włączane i wyłączane po 20 razy. Czas reakcji był mierzony stoperem. Czas reakcji został zbadany dla wcześniej wymienionych urządzeń zarówno dla Google Home, jak i Home Assistant.

Biorąc pod uwagę lokalne działanie systemu Home Assistant mierzone czasy odpowiedzi dla tego systemu powinny być krótsze niż w przypadku Google Home opartego na chmurze.

Pytania badawcze:

- Jak szybko urządzenia w inteligentnym domu reagują na polecenia wysyłane przez system do zarządzania inteligentnym domem?
- Czy istnieją znaczące różnice w czasie reakcji między różnymi typami urządzeń lub różnymi systemami zarządzania inteligentnym domem?

5.1.3. Scenariusz badania numer 2

Proces integracji różnych urządzeń i systemów w ramach inteligentnego domu jest kluczowy dla zapewnienia spójności i efektywności operacyjnej. Analiza procesu konfiguracji integracji może dostarczyć ważnych informacji na temat użyteczności i dostępności systemu zarządzania

inteligentnym domem dla użytkowników. Celem badania jest analiza procesu konfiguracji integracji w systemie zarządzania inteligentnym domem oraz zidentyfikowanie potencjalnych barier i wyzwań, które mogą napotkać użytkownicy.

Badanie polegało na przeprowadzeniu procesu konfiguracji trzech urządzeń zarówno w Google Home jak i Home Assistant. W badaniu były brane pod uwagę takie parametry jak czas konfiguracji oraz liczba potrzebnych kroków, aby integracja była gotowa do użytku.

Biorąc pod uwagę globalność rozwiązania od firmy Google oraz znacząco okrojone możliwości systemu można przewidywać, że czas oraz liczba kroków potrzebnych do konfiguracji urządzeń w Google Home będzie mniejsza niż w Home Assistant.

Pytania Badawcze:

- Która platforma oferuje szybsze i łatwiejsze dodawanie integracji?
- Czy istnieją znaczące różnice w procesie konfiguracji między różnymi systemami zarządzania inteligentnym domem?

5.2. Wyniki badań

5.2.1. Wynik badań dla scenariusza numer 1

W tym scenariuszu zbadano czas reakcji urządzenia końcowego na wykonanie akcji w systemie do zarządzania inteligentnym domem. Z zebranych danych sporządzono analizę wyników, w której policzono średni czas reakcji, medianę oraz sporządzono wykresy.

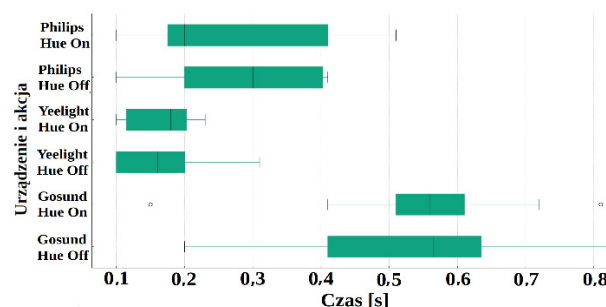
Tabela 1 Przedstawia policzone średnie czasy reakcji oraz ich mediany policzone na podstawie wyników dla systemu Home Assistant.

Tabela 1: Średni czas reakcji oraz mediany czasów reakcji dla Home Assistant

Urządzenie	Średni czas reakcji urządzenia (s)	Mediana czasów reakcji (s)
Gosund EP2 (Włączenie)	0,535	0,565
Gosund EP2 (Wyłączenie)	0,548	0,560
Yeelight (Włączenie)	0,170	0,160
Yeelight (Wyłączenie)	0,164	0,180
Philips Hue (Włączenie)	0,274	0,300
Philips Hue (Wyłączenie)	0,259	0,200

Rysunek 2 ilustruje rozkład czasów reakcji różnych urządzeń inteligentnego domu na akcje włączenia i wyłączenia. Z wykresu wynika, że Yeelight ma najstabilniejsze czasy reakcji z najmniejszym rozstępem między wartościami minimalnymi i maksymalnymi. Zarówno Gosund EP2, jak i Philips Hue wykazują większy rozstęp

w czasach reakcji, choć ich mediany są zbliżone. Gosund EP2 ma nieco szerszy zakres czasów reakcji w porównaniu z Philips Hue, co sugeruje większą zmienność w czasach reakcji.

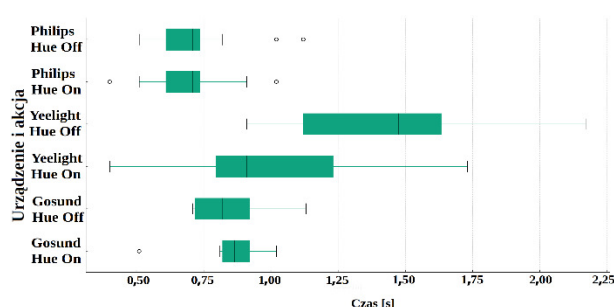


Rysunek 2: Wykres pudełkowy średnich czasów reakcji urządzeń w systemie Home Assistant.

Tabela 2 Przedstawia policzone średnie czasy reakcji oraz ich mediany policzone na podstawie wyników dla systemu Google Home.

Tabela 2: Średni czas reakcji oraz mediany czasów reakcji dla Google Home

Urządzenie	Średni czas reakcji urządzenia (s)	Mediana czasów reakcji (s)
Gosund EP2 (Włączenie)	0,863	0,865
Gosund EP2 (Wyłączenie)	0,856	0,820
Yeelight (Włączenie)	1,001	0,910
Yeelight (Wyłączenie)	1,446	1,475
Philips Hue (Włączenie)	0,685	0,710
Philips Hue (Wyłączenie)	0,696	0,710



Rysunek 3: Wykres pudełkowy średnich czasów reakcji urządzeń w systemie Google Home.

Rysunek 3 pokazuje rozkład czasów reakcji urządzeń na akcje włączenia i wyłączenia. Najszerszy zakres wartości, wraz z największymi odchyleniami można zaobserwować dla akcji wyłączenia Yeelight. W przypadku pozostałych urządzeń i akcji zakresy są stosunkowo wąskie, co wskazuje na spójność w odpowiedziach. Linie wewnętrzne pudełek reprezentują mediany, które dają nam środkową wartość rozkładu.

Przeprowadzone badania miały na celu analizę czasu reakcji różnych urządzeń końcowych w kontekście systemów zarządzania inteligentnym domem, ze szczególnym uwzględnieniem dwóch głównych systemów: Google Home oraz Home Assistant.

W systemie Google Home zaobserwowano, że urządzenie Yeelight charakteryzuje się znacząco dłuższym czasem reakcji podczas wyłączenia w porównaniu do innych urządzeń. Wynika to z tego, że informacja o zmianie stanu urządzenia musiała przejść przez chmurę Google, następnie chmurę producenta dopiero do urządzenia. Natomiast Gosund EP2 i Philips Hue prezentują zbliżone czasy reakcji, pomimo że również w tym przypadku komunikacja odbywa się po przez chmurę jednak można przewidywać, że komunikacja między chmurami Google i producenta urządzenia jest lepiej zoptymalizowana. Dodatkowo, analiza wykresów pudełkowych potwierdza te obserwacje, wskazując na niewielkie odchylenia dla większości urządzeń, poza wyłączeniem Yeelight, które wykazuje szerszy zakres i większe odchylenia.

Dla systemu Home Assistant zauważono, że Yeelight Smart Bulb 1SE RGBW cechuje się znacznie krótszym czasem reakcji w porównaniu do pozostałych urządzeń, ponieważ w tym przypadku komunikacja odbywa się lokalnie, co oznacza, że system wysyła informacje o zmianie stanu bezpośrednio do urządzenia. Gosund EP2 z kolei odznacza się najdłuższym średnim czasem reakcji w tym systemie zarówno przy włączaniu, jak i wyłączeniu, co zapewne jest spowodowane gorszą optymalizacją połączenia systemu do chmury producenta, przez którą jest połączone urządzenie. Wykresy pudełkowe dla tego systemu wskazują, że większość urządzeń ma zbliżone czasy reakcji, co sugeruje ich stabilność. W kwestii wariacji, Yeelight prezentuje się jako najbardziej spójne urządzenie, podczas gdy Gosund EP2 wykazuje większe różnice w czasach reakcji, zwłaszcza podczas włączania.

Dla każdego z testowanych urządzeń, system Home Asystent reaguje szybciej niż Google Home. Jest to zasługa lokalnego działania Home Asystenta. Różnice są szczególnie widoczne dla urządzenia Yeelight, gdzie Home Asystent ma znacznie krótsze czasy odpowiedzi w porównaniu z Google Home, ponieważ Home Asystent komunikuje lokalnie bezpośrednio z tym urządzeniem z pominięciem chmury producenta.

5.2.2. Wynik badań dla scenariusza numer 2

W tym scenariuszu zbadano czas oraz liczbę kroków potrzebnych do konfiguracji wybranych urządzeń w różnych systemach do zarządzania inteligentnym domem.

Tabela 3 przedstawia wyniki badania liczby kroków oraz czasu potrzebnego do konfiguracji 3 urządzeń w dwóch systemach do zarządzania inteligentnym domem.

Liczba kroków potrzebnych, aby dodać integrację do systemu zarządzania inteligentnym domem nie zawsze koreluje z czasem potrzebnym na jej wykonanie. Na przykład, mimo że konfiguracja Gosund EP2 w Home Assistant wymaga mniej kroków niż w Google Home, jest znacznie bardziej czasochłonna w Home Assistant. Dla różnych urządzeń czas i liczba kroków konfiguracji mogą się różnić w zależności od wybranego systemu.

Ważne jest, aby użytkownicy byli świadomi tych różnic podczas wyboru systemu i urządzenia. Google Home generalnie wymaga mniej kroków konfiguracji dla większości urządzeń w porównaniu z Home Assistant. Czas konfiguracji nie jest bezpośrednio proporcjonalny do liczby kroków. Mimo, że Home Assistant może wymagać mniej kroków w niektórych przypadkach, czas konfiguracji może być dłuższy. Wybór systemu zależy od preferencji użytkownika - czy bardziej ceni sobie prostotę konfiguracji czy szybkość konfiguracji.

Tabela 3: Porównanie konfiguracji dla różnych urządzeń

Urządzenie	Liczba kroków konfiguracji	Czas potrzebny na konfigurację (s)
Gosund EP2 Google Home	8	14,26
Gosund EP2 Home Assistant	5	31,42
Yeelight Google Home	3	9,7
Yeelight Home Assistant	5	11,56
Philips Hue Google Home	3	8,21
Philips Hue Home Assistant	6	9,91

5.2.3. Podsumowanie wyników

Na podstawie przeprowadzonych badań możemy wyciągnąć następujące wnioski. Różnica czasu reakcji urządzeń końcowych na wykonanie akcji w systemie do zarządzania inteligentnym domem jest uzależniona od typu połączenia pomiędzy nimi. Doskonale to widać na przykładzie żarówki Yeelight Smart LED Bulb 1SE. Przy korzystaniu z platformy Google Home komunikacja między systemem, a urządzeniem odbywa się z wykorzystaniem chmury Google oraz chmury producenta co znacznie wydłuża czas reakcji na wykonaną akcję. Odwrotna sytuacja jest przy wykorzystaniu platformy Home Assistant, gdzie żarówka łączy się bezpośrednio z systemem z pominięciem chmury producenta.

Kolejnym wnioskiem jaki można wyciągnąć na podstawie przeprowadzonych badań jest wyłonieniem platformy, która jest prostsza oraz szybsza w dodawaniu nowych integracji. Mowa tutaj o Google Home, ponieważ wymaga mniej kroków oraz krótszego czasu do dodania nowej integracji by była ona możliwa do użytku. Bardzo dobrym przykładem jest dodanie integracji dla gniazdka Gosund ep2. Najczęściej dodanie integracji w przypadku platformy Google Home wiąże się z zalogowaniem do konta w chmurze producenta, do którego jest podłączone urządzenie i wyrażenie zgody na dodanie integracji do systemu. W przypadku platformy Home Assistant czasy oraz liczba kroków potrzebnych do połączenia integracji jest dłuższa i wymaga większej wiedzy technicznej, ponieważ wymaga podania większej liczby danych dostępnych, które można uzyskać posiadając konto dla programisty.

6. Podsumowanie

Celem pracy było przeprowadzenie analizy porównawczej systemów do zarządzania inteligentnym domem na podstawie rozwiązań dostępnych obecnie na rynku. W pracy dokładnie zbadano dwa wybrane systemy do zarządzania inteligentnym domem. Wybór padł na dwa najpopularniejsze oraz skrajnie różniące się metodą działania systemy. Otwartoźródłową platformę Home Assistant działającą na lokalnym serwerze użytkownika oraz komercyjne rozwiązanie dostarczone przez firmę Google, działające w oparciu o chmurę. Na podstawie przeprowadzonej szczegółowej analizy platform oraz wykonaniu badań możemy wyciągnąć wnioski, które pozwalają nam odpowiedzieć na postawione tezy i hipotezy.

Teza: Rozwiązania do zarządzania inteligentnym domem istniejące na rynku, różnią się istotnie pod względem funkcjonalności, dostępności i wykorzystania technologii, co wpływa na ich efektywne zastosowanie i komfort użytkowników w środowisku inteligentnych domów, została potwierdzona, poprzez przeprowadzoną analizę oraz badania. Analiza porównawcza pokazuje zasadnicze różnice pod względem funkcjonalności, dostępności i wykorzystania technologii w porównywanych platformach. Natomiast przeprowadzone badania wskazują jak wykorzystana technologia działania systemu wpływa na efektywne zastosowanie oraz komfort użytkownika. Tak więc teza jest prawdziwa.

Hipoteza pierwsza: Systemy do zarządzania inteligentnym domem oferują różny stopień integracji z różnorodnymi urządzeniami domowymi została potwierdzona na podstawie analizy porównawczej systemów do zarządzania inteligentnym domem. Home Assistant dzięki edycji plików YAML oraz możliwości dodawania wtyczek oferuje większe możliwości konfiguracji integracji. Dzięki temu możemy dostosować konfiguracje do własnych preferencji i potrzeb. Natomiast w przypadku Google Home poziom konfiguracji jest niższy, ponieważ nie ma możliwości ingerencji w konfigurację integracji.

Hipoteza druga: Istniejące systemy do zarządzania inteligentnym domem charakteryzują się zróżnicowanym stopniem elastyczności, również jest prawdziwa. Na podstawie wybranych platform można jednoznacznie stwierdzić, że system Home Assistant dzięki otwartej licencji, korzystaniu z plików konfiguracyjnych YAML oraz posiadaniu edytora graficznego jest bardziej elastyczny niż platforma Google Home, która nie oferuje żadnej możliwości ingerencji w konfigurację czy wygląd interfejsu użytkownika.

Literatura

- [1] Poznaj swojego Asystenta Google, <https://assistant.google.com/intl/pl/pl/>, [23.10.2023].
- [2] Licencja oprogramowania Home Assistant, <https://github.com/homeassistant/core/blob/dev/LICENSE-E.md>, [23.10.2023].
- [3] Dokumentacja Alexa, <https://developer.amazon.com/>, [23.10.2023].
- [4] Dokumentacja IFTTT, <https://ifttt.com/>, [23.10.2023].
- [5] A. Liu, I. Erol, W. Li, T. Yigitcanlar, Mapping two decades of smart home research, *Technological Forecasting and Social Change* 179 (2022) 121676-121700.
- [6] M. Fisk, J. Malcolm, *The implications of smart home technologies*, Policy Press (2001) 101-124.
- [7] D. Štreimikienė, V. Lekavičius, G. Stankūnienė, A. Pažeraitė, *Renewable Energy Acceptance by Households*, *Sustainability* 14 (2022) 8370-8387.
- [8] H. Labiod, H. Afifi, C. De Santis, *Wi-Fi, bluetooth, zigbee and wimax*, Springer, Berlin, 2007.
- [9] K. Chałubińska-Jentkiewicz, *Rozwój nowoczesnych technologii w kontekście procesu stanowienia prawa na przykładzie strategii AI*, *Teka Komisji Prawniczej PAN Oddział w Lublinie* 12.2 (2019) 53-71.
- [10] A. Mohd, R. Muhammad, B. Mamun, R. Ibne, *A review of smart homes past present and future*, *IEEE* 42 (2012) 1190-1203.
- [11] V. Lake, S. Madakam, *Internet of Things (IoT)*, *Journal of Computer and Communications* 3 (2015) 164-173.
- [12] J. Berg, *WiFi overview*, *Linux wireless mini-summit*, Berlin, 2009.
- [13] BLUETOOTH, https://www.bluetooth.com/wp-content/uploads/2019/03/Bluetooth_5-FINAL.pdf, [23.10.2023].
- [14] *What Is Zigbee and How Does It Work*, <https://www.makeuseof.com/what-is-zigbee/>, [23.10.2023].
- [15] I. Akyildiz, X. Wang, *Wireless mesh networks*, John Wiley & Sons, Hoboken, 2009.
- [16] *What is ZigBee and compatible smart home devices*, <https://www.smarthome.news/news/other-systems/what-is-zigbee-and-compatible-smart-home-devices>, [23.10.2023].
- [17] *What Is a Zigbee Smart Home Hub*, <https://robots.net/tech/what-is-a-zigbee-smart-home-hub/>, [23.10.2023].
- [18] *The Matter Standard*, <https://bipartisanpolicy.org/blog/smart-homes-policy>, [23.10.2023].
- [19] *What Is Matter? The New Smart Home Standard Explained*, <https://www.pcmag.com/how-to/matter-explained>, [23.10.2023].
- [20] *Here's What the 'Matter' Smart Home Standard Is All About*, <https://www.wired.com/story/what-is-matter>, [23.10.2023].
- [21] *How safe are smart homes*, <https://usa.kaspersky.com/resource-center/threats/how-safe-is-your-smart-home>, [23.10.2023].
- [22] J. Haney, S. Furman, Y. Acar, *Smart Home Security and Privacy Mitigations: Consumer Perceptions, Practices, and challenges*, *Springer Proceedings* 22 (2020) 393-411.
- [23] *Challenges*, <https://csrc.nist.gov/pubs/conference/2020/0-7/19/smart-home-security-and-privacy-mitigations/final>, [23.10.2023].
- [24] N. Guhr, O. Werth, P. Blacha, M. Breitner, *Privacy concerns in the smart home context*, *SN Applied Sciences* 2 (2020) 1-12.

- [25] G. Ince, M. Kuyucu, S. Bahtiyar, Security and privacy in the smart home, 4th International Conference on Computer Science and Engineering, IEEE (2019) 113-118.
- [26] The Future of Smart Homes. <https://www.makeuseof.com/smart-home-future-10-years/>, [23.10.2023].
- [27] The Future of Smart Homes, <https://www.newsweek.com/~future-smart-homes-connected-complementary-conscious-1667957>, [23.10.2023].
- [28] The Future of Smart Homes: A Conversation with NXP Semiconductors, <https://www.tomorrowstoday.com/2023/09/04/the-future-of-smart-homes-a-conversation-with-nxp-semiconductors/>, [23.10.2023].
- [29] Dokumentacja Google Home, <https://developers.home.google.com/docs?hl=pl>, [27.11.2023].
- [30] Dokumentacja Home Assistant, <https://www.home-assistant.io/docs/>, [27.11.2023].
- [31] Funkcjonalności Google Home, <https://developers.home.google.com/local-home/overview?hl=pl>, [27.11.2023].
- [32] Funkcjonalności Home Assistant, <https://www.home-assistant.io/integrations/>, [27.11.2023].
- [33] Konfiguracja Google Home, <https://developers.home.google.com/matter/get-started?hl=pl>, [27.11.2023].
- [34] Konfiguracja Home Assistant, <https://www.home-assistant.io/docs/configuration/>, [27.11.2023].
- [35] Bezpieczeństwo Google Home, <https://developers.home.google.com/docs?hl=pl>, [27.11.2023].
- [36] Bezpieczeństwo Home Assistant, <https://www.home-assistant.io/docs/authentication/>, [27.11.2023].
- [37] Opinie o Google Home, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.chromecast.app>, [27.11.2023].
- [38] Opinie o Home Assistant, <https://play.google.com/store/apps/details?id=io.homeassistant.companion.android&hl=pl&gl=US&pli=1>, [27.11.2023].