



Universitatea  
Transilvania  
din Braşov

# TEZĂ DE ABILITARE

## REZUMAT

Titlu: Distributed Applications for Ambient Assisted Living

Domeniul: Calculatoare și Tehnologia Informației

Autor: Conf. dr. ing. KRISTÁLY Dominic Mircea

Universitatea: Transilvania din Braşov

BRAȘOV, 2024

Prezenta teză prezintă succint și selectiv cercetările și realizările autorului din domeniul vast al aplicațiilor distribuite. Studiile de caz transpuse în tematica domeniului se limitează la aplicații realizate în contextul sistemelor de tip AAL (*Ambient Assisted Living*).

*Ambient Assisted Living* este un domeniu inovator care utilizează aplicații distribuite pentru a îmbunătăți independența și calitatea vieții persoanelor în vârstă și cu dizabilități. Prin utilizarea tehnologiilor de tip cloud, a rețelelor de senzori și a dispozitivelor *Internet of Things* (IoT), AAL oferă un suport cuprinzător, care poate fi integrat în activitățile zilnice. Aceste tehnologii permit monitorizarea continuă și prelucrarea datelor în timp real, asigurând asistență eficientă și promovând un mediu de autonomie și siguranță pentru utilizatorii săi.

**Capitolul 1** al lucrării prezintă fundamente teoretice ale aplicațiilor distribuite și include scurte descrieri ale proiectelor utilizate ca studii de caz în lucrarea de față. Astfel, sunt prezentate modelele arhitecturale principale utilizate în proiectarea aplicațiilor distribuite și tehnologiile care facilitează dezvoltarea acestora.

Arhitectura aplicației distribuite este foarte importantă pentru implementarea unor sisteme eficiente și scalabile. Printre arhitecturile elementare se numără modelul client-server, care implică interacțiunea mai multor clienți cu un server central, și rețelele peer-to-peer (P2P), unde nodurile funcționează atât ca clienți cât și ca servere, îmbunătățind reziliența și distribuția resurselor. Modelele arhitecturale mai complexe, cum ar fi arhitecturile multi-strat și microservicii, permit separarea preocupărilor pe diferite straturi, facilitând întreținerea mai ușoară și o scalabilitate mai bună.

Aplicațiile distribuite pentru AAL integrează o varietate de tehnologii avansate pentru a gestiona și analiza datele colectate din diverse surse. Platformele de *cloud computing* joacă un rol vital în stocarea și prelucrarea datelor, permițând scalabilitatea și accesibilitatea pe diferite dispozitive.

**Capitolul 2** dezvoltă subiectul arhitecturii bazate pe servicii (*Service Oriented Architecture - SOA*), care reprezintă o abordare de proiectare ce facilitează dezvoltarea și integrarea sistemelor prin definirea serviciilor ca funcționalități bine definite, accesibile printr-o rețea. Aceste servicii permit organizațiilor să construiască aplicații flexibile capabile să interacționeze cu alte aplicații în diverse rețele printr-un protocol stabilit. Arhitectura bazată pe servicii subliniază principii precum reutilizabilitatea, modularitatea și interoperabilitatea, care ajută la reducerea costurilor de dezvoltare prin minimizarea redundanței și permițând serviciilor să fie slab cuplate (*loosely-coupled*) pentru modificări și înlocuiri mai ușoare.

Capitolul evidențiază modul în care acest tip de arhitectură a fost folosit în realizarea proiectului FOOD (*Framework for Optimizing the prOcess of FeeDing*). Sunt prezentate serviciile web dezvoltate și structura datelor consumate/generate.

**Capitolul 3** tratează arhitectura bazată pe microservicii ce reprezintă o schimbare strategică față de arhitecturile tradiționale de aplicații monolitice, oferind o abordare modulară prin împărțirea aplicațiilor în unități mai mici, care pot fi rulate independent. Această arhitectură îmbunătățește flexibilitatea și ușurința întreținerii, ceea ce este deosebit de avantajos în medii cloud, facilitând o scalabilitate și gestionare mai bune. Structura segmentată a microserviciilor permite actualizări și modificări mai eficiente, deoarece schimbările într-un serviciu nu necesită modificări în altele.

Arhitectura bazată pe microservicii nu doar că susține o disponibilitate ridicată și o gestionare eficientă, dar permite, de asemenea, fiecărei echipe din cadrul unei organizații să lucreze independent pe diferite servicii, sporind productivitatea generală. Fiecare microserviciu poate fi scalat/multiplicat independent în funcție de cerere, și în cazul unei defecțiuni, doar serviciul afectat este întrerupt, lăsând restul sistemului operațional. Acest stil arhitectural permite utilizarea unor tehnologii diverse, îmbunătățind adaptabilitatea și robustețea sistemului în timp. Astfel, microserviciile sunt extrem de eficiente pentru aplicații care necesită actualizări frecvente și scalabilitate, oferind un cadru fiabil care susține integrarea și desfășurarea continuă.

Implementarea microserviciilor în sisteme precum SAVE (*SAFety of elderly people and Vicinity Ensuring*) ilustrează beneficiile practice ale acestei abordări, incluzând capacități de gestionare îmbunătățite și flexibilitate sporită pentru adaptare la cerințe în schimbare. Microserviciile în astfel de contexte comunică prin interfețe standardizate, folosind adesea protocoale HTTP sau HTTPS, cu JSON pentru schimbul de date, asigurând interacțiuni facile între servicii. Această arhitectură nu doar că simplifică dezvoltarea și accelerează desfășurarea de noi funcționalități, dar profită și de avantajele infrastructurii cloud, făcând-o ideală pentru aplicații dinamice, scalabile care necesită soluții robuste, tolerante la erori.

În **Capitolul 4** sunt prezentate modul de utilizare și avantajele utilizării dispozitivelor de tip *Internet of Things* (IoT) în cadrul sistemelor AAL. *Internet of Things* transformă sistemele AAL prin integrarea obiectelor cotidiene cu internetul, permițându-le să trimită și să primească date. Această tehnologie sprijină persoanele în vârstă și pe cele cu dizabilități, îmbunătățindu-le calitatea vieții prin intermediul sistemelor de suport inteligente. IoT în AAL utilizează senzori și actuatori pentru a colecta și acționa pe baza datelor, aceste componente fiind legate printr-o rețea de comunicații robustă. Această configurație nu doar că asigură un răspuns în timp util, dar facilitează și interacțiuni personalizate, esențiale pentru adaptarea serviciilor la nevoile individuale.

Aplicarea IoT în AAL acoperă mai multe domenii critice. În monitorizarea sănătății, dispozitivele IoT oferă supraveghere continuă a parametrilor vitali, oferind feedback în timp real, crucial pentru

gestionarea proactivă a sănătății. Pentru siguranță, aceste tehnologii detectează anomalii precum căderile, declanșând răspunsuri de urgență necesare.

Capitolul include două studii de caz. Primul este preluat din proiectul HELICOPTER (*Healthy Life support through Comprehensive Tracking of individual and Environmental Behaviors*) și prezintă ecosistemul software necesar conectării la o aplicație server, prin internet, a unei rețele de senzori locală (bazată pe protocolul Zigbee) folosind un mini-sistem de calcul de tip Gateway.

Al doilea studiu de caz, preluat din proiectul SAVE, detaliază realizarea hardware și software a unui dispozitiv de preluare a datelor colectate de un sistem de monitorizare și transmiterea lor, prin internet, la serviciile sistemului SAVE.

**Capitolul 5** oferă o scurtă introducere în subiectul bazelor de date și a sistemelor de gestiune a bazelor de date.

Bazele de date sunt componente integrale ale sistemelor informatice moderne, servind ca depozite critice de date pentru diverse sectoare, inclusiv afaceri, sănătate și educație. Acestea au evoluat de la modele ierarhice și de rețea în anii 1960 la bazele de date relaționale mai flexibile și, mai recent, la modelele NoSQL și NewSQL pentru a răspunde nevoilor erei internetului și a volumelor de date mari.

Sistemele de gestiune al bazelor de date relaționale se bazează pe un model structurat care organizează datele în tabele. Acest format sprijină manipularea și recuperarea eficientă a datelor, esențiale pentru multe aplicații de afaceri. De la crearea sa de către Edgar F. Codd în 1970, aceste sisteme au crescut pentru a sprijini sisteme distribuite și procesarea analitică online, printre alte funcții avansate. În ciuda provocărilor cu gestionarea volumelor mari de date și a datelor nestructurate, sistemul relațional rămâne crucial în gestionarea datelor, cu o evoluție continuă pentru o adaptabilitate și funcționalitate mai bune.

În aplicații specifice, cum ar fi sistemul FOOD, bazele de date joacă un rol esențial în gestionarea datelor din rețelele de senzori. Acest lucru implică o structură ierarhică în care datele de nivel scăzut de la senzori sunt stocate și gestionate într-o bază de date MySQL, permițând controlul operațional în timp real și analiza datelor istorice. Gestionarea de nivel înalt a acestor date folosește o bază de date relațională sincronizată pentru serviciile web pentru a facilita interacțiunea utilizatorilor și monitorizarea sistemului. Astfel de arhitecturi evidențiază natura dinamică și scalabilă a bazelor de date moderne în sprijinirea sistemelor și aplicațiilor complexe, subliniind integrarea continuă a tehnologiei bazelor de date cu alte inovații pentru a satisface cerințele tehnologice în schimbare.

**Capitolul 6** tratează subiectul interfeței om-mașină (interfețe utilizator). Interacțiunea om-calculator în proiectarea interfeței utilizator se concentrează pe optimizarea interacțiunii între utilizatori și dispozitive, având ca scop simplificarea, eficiența și ușurința în utilizare. Un design bun al interfeței utilizator asigură că utilizatorii pot finaliza sarcinile eficient fără complicații inutile, sprijinit de designul

grafic pentru a îmbunătăți utilizabilitatea. Procesele de proiectare UI echilibrează funcționalitatea tehnică cu elementele estetice pentru a satisface eficient nevoile utilizatorilor în schimbare.

Pentru utilizatorii în vârstă, considerațiile de proiectare se ajustează pentru a se adapta la declinurile tipice legate de vârstă în ceea ce privește vederea, memoria, atenția și abilitățile motorii. De exemplu, interfețele pot folosi fonturi mai mari, fără corpuri de literă de tip serif și scheme de culori cu contrast ridicat pentru a ajuta la lizibilitate, simplifica sarcinile pentru a minimiza încărcătura cognitivă și proiecta alerte audibile în gamele de frecvențe inferioare pentru a se adapta sensibilităților auditive. Aceste adaptări ajută la menținerea utilizabilității dispozitivelor și aplicațiilor printre adulții mai în vârstă, îmbunătățind experiența lor de interacțiune fără a-i copleși cu funcționalități complexe.

Mai mult, planificarea interfețelor utilizator implică conceptualizarea modului în care serviciile sunt prezentate și accesate prin interfețe, utilizând metode precum hărți conceptuale, planuri detaliate și machete pentru a alinia funcționalitățile tehnice cu nevoile utilizatorilor. De exemplu, în aplicații specializate precum sistemul FOOD, interfața utilizator este adaptat pentru a asista vârstnicii în interacțiunea fără probleme cu diverse funcționalități, cum ar fi ciclurile de gătit pe electrocasnice inteligente, implementate în mai multe limbi pentru a deservi o bază diversă de utilizatori.

În **Capitolul 7** este abordat subiectul *Cloud computing*, care este esențial în îmbunătățirea sistemelor AAL prin oferirea de resurse de calcul scalabile, flexibile și eficiente. Această tehnologie susține diverse aplicații AAL, inclusiv monitorizarea sănătății, răspunsul la urgențe și realizarea casei inteligente. În monitorizarea sănătății, platformele cloud colectează și analizează date de la dispozitive precum ceasurile inteligente, permițând furnizorilor de servicii medicale să intervină în timp util. În caz de urgențe, sistemele cloud notifică prompt îngrijitorii și serviciile de urgență, furnizând informații cruciale despre starea utilizatorului. Pentru casele inteligente, cloud computing facilitează controlul sistemelor casnice, cum ar fi iluminatul și încălzirea, îmbunătățind confortul și siguranța pentru persoanele în vârstă.

Beneficiile utilizării cloud computing în AAL includ capacități sofisticate de gestionare a datelor și analize, scalabilitatea resurselor pentru a satisface cerințele variabile și eficiența costurilor prin minimizarea cheltuielilor pentru întreținerea hardware-ului și software-ului. Aceste avantaje fac tehnologiile AAL mai accesibile și eficiente, sprijinind gestionarea proactivă a sănătății și îmbunătățind calitatea vieții utilizatorilor.

Cu toate acestea exista provocări, cum ar fi asigurarea confidențialității și securității datelor sensibile, menținerea unei conexiuni fiabile și realizarea unei integrări facile între dispozitive și platforme diverse. Aceste provocări subliniază necesitatea unor măsuri de securitate robuste, servicii internet fiabile și protocoale standardizate pentru a asigura implementarea eficientă a sistemelor AAL bazate pe cloud. În plus, unelte precum *Node-RED* oferă programare bazată pe fluxuri pentru a facilita

dezvoltarea aplicațiilor AAL, exemplificând astfel integrarea tehnicilor avansate de cloud computing în susținerea și scalarea serviciilor AAL.

În ultima parte a lucrării sunt prezentate realizările academice și de cercetare ale autorului și coordonatele viitoare de cercetare și împlinire profesională.