# Capitolul 1. Studiul problemei și analiza soluțiilor existente

Pentru dezvoltarea unei aplicații sustenabile și eficace, a fost necesar un studiu preliminar care să includă o analiză generală a aplicațiilor deja existente pe piață. Această analiză pune accentul pe funcționalitățile oferite, modul în care utilizatorul interacționează cu interfața, precum și pe identificarea elementelor ce pot fi îmbunătățite pentru a asigura o navigare cât mai intuitivă și eficientă.

Ordonarea activităților academice într-un mod coerent și eficient reprezintă o sarcină esențială pentru orice instituție de învățământ superior. Generarea manuală a orarului universitar este un proces complex și consumator de timp, care trebuie să țină cont de numeroși factori: disponibilitatea cadrelor didactice, distribuția disciplinelor, capacitatea și tipul sălilor de curs, dar și compatibilitatea dintre grupe și subgrupe. În absența unei soluții automatizate, acest demers poate conduce la erori, suprapuneri sau programări ineficiente.

În acest context, implementarea unei aplicații automatizate pentru generarea orarului devine nu doar oportună, ci necesară. O astfel de soluție reduce considerabil efortul administrativ și oferă rezultate rapide, coerente și adaptabile specificului fiecărei facultăți sau specializări.

Acest capitol are ca scop evidențierea importanței unui sistem de tip TTGS (Timetable Generation System), analiza comparativă a aplicațiilor existente cu funcționalități similare, definirea profilului utilizatorului căruia i se adresează aplicația, precum și prezentarea funcționalităților de bază dezvoltate în cadrul acestei lucrări.

## Motivația utilizării unei applicații automate pentru generarea orarului universitar

Generarea orarului universitar reprezintă o activitate esențială, dar deosebit de complexă din punct de vedere administrativ. Aceasta necesită luarea în considerare a numeroși factori, precum: disponibilitatea profesorilor, alocarea disciplinelor, capacitatea și tipul sălilor în care se desfășoară activitățile, gruparea studenților în funcție de nivel (an, grupă sau subgrupă), precum și evitarea suprapunerilor sau a pauzelor nejustificate din program.

În prezent, în multe instituții de învățământ, acest proces este realizat manual sau cu ajutorul unor aplicații semi-automatizate. Drept urmare, se consumă mult timp, pot apărea erori frecvente, conflicte de program, distribuții dezechilibrate ale activităților sau chiar omiterea unor discipline. În plus, aceste metode sunt adesea rigide, greu de modificat și dificil de validat într-un mod transparent.

În ultimii ani, s-a observat o tendință clară spre automatizarea acestui proces prin utilizarea sistemelor informatice dedicate. Platforme precum UniTime [1], aSc TimeTables [2] sau GeneratorOrare [3] oferă facilități avansate pentru planificarea automată a orarelor. Acestea permit definirea de constrângeri rigide și flexibile (hard și soft constraints), gestionarea preferințelor cadrelor didactice și generarea orarelor optimizate, folosind algoritmi de satisfacere a constrângerilor (CSP) sau algoritmi genetici.

Totodată, inteligența artificială devine o soluție tot mai răspândită pentru generarea automată a orarelor. Modele avansate, precum GPT-4 [4], permit formularea regulilor în limbaj natural și generarea de orare structurate (în format JSON, HTML etc.). Acest lucru deschide noi perspective pentru personalizarea și flexibilizarea planificării academice, chiar dacă aplicarea acestor tehnologii în mediul universitar este încă la început.

Utilizarea unei aplicații automatizate pentru generarea orarului este justificată printr-o serie de avantaje concrete:

* Reducerea timpului și a efortului administrativ: Generarea manuală a unui orar complet poate dura zile sau săptămâni, în special în instituțiile cu mai multe programe, grupe și cadre didactice. Un sistem automat poate realiza această sarcină în câteva secunde sau minute, în funcție de complexitate, eliminând munca repetitivă și costisitoare.
* Gestionarea eficientă a regulilor și constrângerilor: O aplicație automatizată poate procesa simultan un număr mare de reguli, atât rigide (ex. imposibilitatea ca un profesor sau o sală să fie alocate simultan la mai multe activități), cât și flexibile (ex. preferințe orare ale cadrelor didactice, evitarea pauzelor lungi, programări într-un anumit interval orar pentru o activitate specifică la nivel de facultate).
* Reducerea erorilor și validarea structurată a orarului: Automatizarea contribuie la eliminarea erorilor frecvente, cum ar fi suprapunerile de activități, lipsa sălilor disponibile sau omisiunea unor discipline. Sistemul oferă validări automate care asigură coerența și corectitudinea orarului generat.
* Flexibilitate și adaptabilitate la modificări: În cazul modificării unor parametri (ex. indisponibilitatea unui profesor sau rezervarea unei săli), aplicația permite regenerarea orarului păstrând, pe cât posibil, structura inițială. Astfel, adaptarea la schimbări este rapidă și fără impact major asupra planificării generale.
* Transparență și validare accesibilă: Orarul generat este prezentat într-un format clar și structurat, putând fi exportat în formate uzuale (PDF, Excel, HTML). Acest lucru facilitează revizuirea, validarea și distribuirea către studenți, cadre didactice sau personal administrativ, contribuind la un proces educațional transparent și eficient.

În concluzie, generarea manuală a orarului este un proces laborios și predispus la erori. Soluțiile moderne, bazate pe algoritmi sau inteligență artificială, oferă un cadru mai eficient, mai flexibil și mai sigur pentru planificarea academică. Acestea pot transforma semnificativ modul în care instituțiile de învățământ organizează activitățile didactice, contribuind la un sistem educațional mai bine structurat și adaptat nevoilor actuale.

## Analiza aplicațiilor existente pentru generarea orarului

Pentru a fundamenta procesul de proiectare al aplicației propuse, a fost realizată o analiză comparativă a principalelor soluții existente pe piață destinate generării automate a orarelor universitare. Această analiză s-a concentrat pe modul de funcționare al aplicațiilor, gradul de interactivitate oferit utilizatorului, particularitățile interfeței grafice și aspectele care pot fi optimizate pentru a facilita o utilizare mai intuitivă și eficientă.

În urma analizării mai multor platforme, s-a constatat că multe aplicații actuale dispun de interfețe greoaie, dificil de utilizat și configurat, necesitând adesea instalare locală și un consum ridicat de resurse. În plus, unele soluții sunt costisitoare, au timpi mari de procesare și presupun o curbă de învățare ridicată pentru utilizatorii fără experiență tehnică. Suplimentar, afișarea simultană a unor volume mari de informații într-o singură vizualizare poate afecta negativ experiența de utilizare, ducând la confuzie sau omisiuni.

Pentru această analiză, au fost selectate trei aplicații reprezentative: UniTime, aSc TimeTables și Generator-Orare (Horarium.ai). Criteriile de selecție au inclus notorietatea în domeniu, diversitatea funcționalităților oferite și diferențele de abordare tehnică și practică. Scopul acestei analize a fost identificarea punctelor forte și a limitărilor fiecărei aplicații, în vederea extragerii unor concluzii utile pentru dezvoltarea unei soluții personalizate, adaptate nevoilor specifice ale instituțiilor de învățământ superior.

### 1.2.1. UniTime

UniTime este un sistem open-source de programare academică, dezvoltat inițial de Universitatea Indiana și ulterior adoptat de numeroase colegii și universități din întreaga lume [1]. Popularitatea sa se datorează nivelului ridicat de configurabilitate și capacității de extindere, fiind potrivit mai ales pentru instituții de mari dimensiuni (Figura 1).

Several screenshots of a computer

AI-generated content may be incorrect.

#### Fig. 1 Interfața aplicației UniTime – module de alocare, orar și sugestii automate

Aplicația oferă funcționalități avansate, printre care:

* definirea preferințelor cadrelor didactice;
* alocarea automată a resurselor (săli, clădiri, echipamente);
* aplicarea de constrângeri rigide și flexibile (hard/soft constraints);
* selecția algoritmului de programare (solver);
* exportul orarului în format iCalendar;
* integrarea cu sisteme externe existente;
* vizualizarea programelor personalizate pentru studenți și profesori.

Un avantaj semnificativ este posibilitatea de a configura în detaliu regulile și constrângerile, adaptând planificarea la particularitățile instituției. Interfața de administrare permite gestionarea sesiunilor, resurselor, activităților și aspectelor vizuale ale programului.

Totuși, în ciuda versatilității sale, UniTime prezintă și o serie de dezavantaje majore:

* Instalarea este complexă, necesitând cunoștințe tehnice avansate și configurarea unor componente multiple precum Java, Apache Tomcat, MySQL și fișiere de sistem (ex: custom.properties). Instituțiile fără o echipă IT dedicată pot întâmpina dificultăți în utilizarea platformei.
* Interfața grafică, deși funcțională, nu este prietenoasă pentru utilizatorii non-tehnici. Navigarea poate fi dificilă la început, în special din cauza lipsei unei documentații clare și concentrate pe utilizatorul final. De asemenea, aplicația nu este optimizată pentru dispozitive mobile.
* Comunitatea de utilizatori este limitată, iar suportul tehnic oficial lipsește, ceea ce face rezolvarea problemelor dependentă de documentația tehnică, adesea fragmentată și dificil de înțeles pentru personalul administrativ.

În concluzie, UniTime este o soluție foarte puternică și flexibilă pentru programarea academică, recomandată în special instituțiilor mari, care pot valorifica avantajele sale prin personal tehnic specializat. Cu toate acestea, complexitatea sa de configurare și utilizare o face mai puțin potrivită pentru instituțiile de dimensiuni mici sau pentru utilizatorii fără competențe tehnice solide.

### 1.2.2 aSc TimeTables

aSc TimeTables este una dintre cele mai cunoscute aplicații comerciale pentru generarea automată a orarelor, fiind utilizată pe scară largă în instituții de învățământ din țări precum Germania, Statele Unite, India, Brazilia, dar și în numeroase state din Africa și Australia [2]. Aplicația este disponibilă atât sub formă de program desktop pentru Windows, cât și ca serviciu online, oferind planuri tarifare variate – de la 99 euro (pentru școli primare) până la 1995 euro (versiunea profesională) (Figura 2).

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

#### Fig. 2 Interfața aplicației aSc TimeTables – vizualizarea orarului pe clase și zile ale săptămânii

Aplicația este apreciată pentru gradul ridicat de automatizare, interfața prietenoasă și simplitatea cu care un orar complet poate fi generat în doar câteva clicuri. Introducerea datelor inițiale – precum clase, profesori, discipline și reguli de planificare – se face intuitiv, fără a necesita pregătire tehnică prealabilă. Algoritmul încorporat evaluează milioane de combinații posibile în câteva secunde, generând un orar optimizat care respectă toate constrângerile: absența suprapunerilor, menținerea perioadelor libere pentru profesori, utilizarea eficientă a sălilor și evitarea blocajelor orare.

Un alt punct forte este posibilitatea de export al orarului în multiple formate – PDF, Excel, HTML sau imagine – precum și integrarea cu platforma EduPage, care permite gestionarea elevilor, cataloage electronice, prezență și comunicarea cu părinții. Disponibilitatea aplicației în limba română și existența unei versiuni adaptate sistemului educațional românesc constituie un avantaj semnificativ pentru utilizatorii locali. Suportul tehnic este prompt, iar documentația detaliată și tutorialele ușor de urmărit facilitează accesul chiar și pentru utilizatorii fără cunoștințe IT avansate.

Totuși, aplicația prezintă și limitări importante:

* Versiunea gratuită este extrem de restrictivă, lipsind funcționalități esențiale precum exportul și salvarea orarului, ceea ce o face aproape inutilizabilă fără achiziționarea unei licențe.
* Gradul de personalizare este limitat comparativ cu alte platforme mai flexibile. Nu permite definirea de reguli avansate prin cod sau configurarea unor algoritmi proprii.
* Versiunea desktop necesită instalare locală și funcționarea ei completă depinde de conexiunea la internet, mai ales pentru funcțiile avansate precum integrarea cu EduPage sau partajarea online.

În concluzie, aSc TimeTables este o soluție performantă pentru generarea automată a orarelor, recomandată în special instituțiilor de învățământ preuniversitar sau universitar cu cerințe de complexitate medie. Deși este mai puțin flexibilă și extensibilă decât alte aplicații avansate, rămâne o alegere excelentă datorită interfeței intuitive, rapidității de generare și simplității în utilizare.

### 1.2.3 Generator-Orare (Horarium.ai)

Generator-Orare, redenumit recent Horarium.ai, este o aplicație online dedicată programării automate a orarelor școlare [3]. Spre deosebire de alte soluții mai tehnice sau greu de configurat, Horarium se remarcă prin simplitatea utilizării și prin interfața intuitivă, fiind accesibil direct din browser, fără a necesita instalare locală sau configurații suplimentare (Figura 3).

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

#### Fig. 3 Interfața aplicației Horarium.ai – vizualizare orar generat

Sistemul este complet automatizat și ghidează utilizatorul prin fiecare etapă a procesului. După introducerea elementelor esențiale (profesori, materii, clase, săli și reguli generale), aplicația generează orarul respectând constrângerile tipice impuse în sistemul educațional. Interfața este adaptată utilizatorilor non-tehnici, ceea ce o face ideală pentru personalul secretarial sau administrativ fără pregătire IT avansată. Navigarea în aplicație este fluidă, iar rezultatele sunt afișate într-un mod clar, lizibil și structurat.

Un avantaj important este faptul că platforma nu solicită efort tehnic din partea utilizatorului – majoritatea acțiunilor fiind automatizate și ușor de urmărit. Designul este responsive și poate fi accesat și de pe dispozitive mobile, însă experiența optimă rămâne pe ecranele mari, pentru o vizualizare completă a orarului.

Totuși, Horarium.ai prezintă și unele limitări semnificative:

* Nu dispune de o versiune mobilă dedicată și, deși interfața este responsivă, funcționalitatea completă nu este optimizată pentru utilizarea pe telefoane sau tablete.
* Nu permite configurarea de constrângeri avansate sau definirea unor reguli complexe, precum cele legate de preferințele profesorilor, intervale orare rezervate sau interdependențe între activități.
* Nu oferă posibilitatea de import/export extins sau integrare cu sisteme externe prin API.
* Platforma este accesibilă contra cost, iar modelul de tarifare poate deveni o barieră pentru unele instituții, în lipsa unei versiuni gratuite funcționale.

În concluzie, Horarium.ai este o soluție eficientă pentru instituțiile care își doresc un instrument simplu, rapid și accesibil pentru generarea orarelor. Este ideală pentru utilizatorii care nu dispun de resurse tehnice avansate și doresc un rezultat funcțional cu un efort minim. Cu toate acestea, pentru aplicații de nivel universitar sau pentru integrarea într-un sistem educațional complex, limitările sale privind flexibilitatea și personalizarea pot deveni constrângătoare.

## 1.3. Profilul utilizatorului și scopul utilizării aplicației

Aplicația descrisă în acest document a fost creată folosind un model centralizat de utilizare, astfel încât același utilizator, având rolul de administrator complet, este responsabil de toate etapele de configurare și de generare a orarului universitar. Adaptarea acestui model pentru un singur utilizator se datorează simplității și eficienței sale funcționale și, de asemenea, pentru că reproduce lumea reală de operare care se întâmplă în multe instituții mici și mijlocii, unde o singură persoană (responsabilă cu orarul) este însărcinată cu generarea orarelor (în general, această persoană face parte din personalul secretariatului sau este responsabilă de activitățile academice).

Utilizatorul final nu este împărțit în roluri (de exemplu, studenți, profesori, secretariat sau biroul decanului), având acces complet la toate părțile sistemului. Acest utilizator elaborează informațiile necesare despre personalul didactic, disciplinele aferente, grupurile și subgrupurile de studenți, sălile disponibile și, de asemenea, despre regulile și constrângerile impuse în procesul de planificare. În acest sens, aplicația nu este un mediu colaborativ, ci funcționează ca un instrument de lucru pentru utilizatorul care deține toate drepturile asupra întregii proceduri.

Avantajul acestui model este că oferă consistență operațională, simplifică administrarea - nu este nevoie de autentificare multiplă, nu este nevoie de drepturi de acces diferite și nu este nevoie de sincronizarea diferitelor roluri de utilizator. Totul este într-un singur loc, controlat global, cu un flux direct, rapid și previzibil.

Aplicația se adresează în special personalului administrativ implicat în organizarea programului academic, oferindu-i un instrument modern, rapid și ușor de utilizat pentru generarea orarelor universitare. Automatizarea procesului contribuie la reducerea efortului manual și a erorilor umane, păstrând în același timp un nivel ridicat de control asupra datelor.

Obiectivele aplicației sunt:

* Centralizarea și intuitivizarea procesului de planificare academică: Platforma oferă o interfață prietenoasă, modernă și centralizată, care facilitează accesul utilizatorilor la toate funcționalitățile necesare generării și ajustării unui orar universitar complet.
* Accelerarea procesului de generare a orarului: Comparativ cu metodele tradiționale de planificare (precum utilizarea fișierelor Excel sau completarea manuală), aplicația permite construirea unui orar coerent într-un interval de timp mult mai scurt, crescând semnificativ eficiența personalului administrativ.
* Aplicare statică bazată pe reguli și constrângeri instituționale: Motorul de generare ține cont de regulile rigide impuse de instituție, cum ar fi evitarea suprapunerii activităților, alocarea corectă a sălilor, respectarea disponibilității profesorilor și a structurii grupelor și subgrupelor, minimizând astfel erorile și conflictele.
* Asigurarea flexibilității în reorganizarea orarului: Modificările punctuale sau de ansamblu pot fi realizate fără a compromite structura generală a orarului. Aplicația este suficient de robustă pentru a susține scenarii de reconfigurare rapidă, păstrând totodată consistența planificării.
* Export facil în formate lizibile și compatibile: Orarul generat poate fi exportat în formate comune și ușor de distribuit (PDF, Excel, HTML), fără a necesita intervenții ulterioare de rearanjare sau conversie. Acest aspect facilitează publicarea orarului pe platforme interne sau afișarea acestuia în format tipărit.

Utilizarea unei astfel de aplicații nu doar că optimizează munca personalului academic, ci contribuie direct la creșterea transparenței și previzibilității programului pentru studenți și cadre didactice. Prin reducerea erorilor umane și a timpului de lucru necesar planificării, instituția beneficiază de un proces mai clar, mai rapid și mai puțin susceptibil la modificări neplanificate.

Astfel, prin adoptarea unui model unitar și centralizat de utilizare, aplicația propusă reușește să simplifice întregul proces de generare a orarului universitar, oferind un control deplin asupra datelor și regulilor implicate. Lipsa unui sistem multi-utilizator este o alegere intenționată, orientată spre eficiență și operativitate în contextul instituțiilor cu resurse limitate, unde un singur responsabil poate gestiona întreaga activitate.

## 1.4. Identificarea operațiilor efectuate de utilizator în cadrul aplicației

Aplicația de generare automată a orarului universitar este concepută pentru a oferi utilizatorului control complet asupra întregului flux de creare, personalizare și export al unui orar academic valid. Printr-o interfață intuitivă, fiecare operație realizată de utilizator contribuie direct la formarea unei structuri educaționale coerente, respectând regulile și constrângerile impuse de instituție. Toate funcționalitățile sunt centralizate într-un panou unic, adaptat unui sistem cu un singur utilizator, fără roluri distincte sau drepturi diferențiate.

În prima etapă, utilizatorul introduce toate datele relevante necesare pentru generarea orarului. Aceste date includ configurarea anilor de studiu, grupelor și subgrupelor, introducerea sălilor de activitate (de tip curs, seminar, laborator și proiect), precum și definirea completă a cadrelor didactice – cu nume, discipline predate, tipuri de activități, niveluri de studii la care vor preda și disponibilitate detaliată. De asemenea, utilizatorul are posibilitatea de a crea, modifica sau șterge seturi de reguli care ghidează procesul de generare automată a orarului. Aceste reguli sunt redactate în format structurat și salvat în baza de date pentru a fi reutilizate.

Ulterior, utilizatorul declanșează procesul de generare a orarului, alegând între două metode disponibile: algoritmul clasic implementat local sau generatorul bazat pe inteligență artificială (GPT-4). Indiferent de metodă, utilizatorul nu intervine direct în procesul de alocare a activităților, însă are control asupra datelor de intrare și poate relansa procesul cu noi condiții, dacă este necesar. După generare, utilizatorul analizează orarul rezultat și poate opta pentru salvarea acestuia, redenumirea sa, încărcarea unui orar anterior sau ștergerea versiunilor vechi care nu mai sunt relevante.

În final, aplicația oferă funcționalități extinse pentru vizualizarea orarului într-un format tabelar, filtrarea acestuia după nivelul de studii și anul academic, precum și exportul în formate uzuale – PDF sau Excel. Aceste operații sunt realizate direct de utilizator prin intermediul interfeței grafice, fără a necesita cunoștințe tehnice avansate.

Prin urmare, operațiile realizate de utilizator acoperă întregul spectru de activități: introducerea, modificarea și ștergerea datelor, setarea regulilor de generare, alegerea metodei de generare, gestionarea versiunilor de orar și exportul acestora, reflectând o interacțiune completă, coerentă și facilă cu aplicația.