الجمهـوريـة العربيــة الســـورية

المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا

قسـم المعلوميات

العام الدراسي 2025/2024

**مشروع تخرج**

أعد لنيل درجة الإجازة في هندسة البرمجيات والذكاء الصنعي

منصة لخدمات الذكاء الصنعي موجهة لمواقع التجارة الإلكترونية

تقديم

آرام محمد

إشراف

د. رياض سنبل

5/8/2025

الاختصارات

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| التكرار والتردد والقيمة النقدية | Recency, Frequency, Monetary Value | RFM |
| التعلم الآلي | Machine Learning | ML |
| آلة المتجهات الداعمة | Support Vector Machine | SVM |
| الغابات العشوائية | Random Forests | RF |
| الشبكات العصبية | Neural Networks | NN |
| التعلم العميق | Deep Learning | DL |
| الشبكات العصبية المتكررة | Recurrent Neural Networks | RNN |
|  |  |  |

# الفصل الأول

التعريف بالمشروع

يتضمن هذا الفصل التعريف بالمشروع ومتطلباته.

## مقدمة

في العصر الحديث للتجارة الرقمية، أصبحت القدرة على فهم سلوك العملاء واتخاذ قرارات مدعومة بالبيانات عنصراً جوهرياً لنجاح مواقع التجارة الإلكترونية. وفي هذا السياق، تبرز منصات الذكاء الصنعي كحلول استراتيجية تمكّن هذه المواقع من تحسين أدائها وتعزيز ولاء العملاء. توفر هذه المنصات مجموعة من الخدمات الذكية، مثل التنبؤ بانقطاع العملاء، وتصنيفهم إلى شرائح ذات أنماط سلوكية متقاربة، وتقدير القيمة المستقبلية لكل عميل والعائد المتوقع منه. ومع ذلك، فإن الاستفادة من هذه القدرات غالباً ما تتطلب خبرات متقدمة في علوم البيانات وتحليلات الأعمال، مما قد يشكل حاجزاً أمام العديد من المواقع. ومن هنا تبرز الحاجة إلى منصة توفر هذه الخدمات بطريقة مؤتمتة وسهلة الاستخدام، لتتيح لمواقع التجارة الإلكترونية، بمختلف أحجامها، الاستفادة من الذكاء الاصطناعي في تعزيز استراتيجياتها التسويقية وتحقيق نمو مستدام.

## الهدف من المشروع

يندرج عملنا في هذا المشروع ضمن سياقين: السياق الأول نتطرق فيه للمسألة من منظور الذكاء الصنعي، حيث نحاول الاستفادة من آخر التطورات في مجال تعلم الآلة والتعلم العميق للوصول إلى نماذج ذكاء صنعي توفر خدمات تعزز استراتيجياتها وتزيد من أرباحها. والسياق الثاني نتطرق فيه إلى بناء تطبيق برمجي يستفيد من نماذج الذكاء الصنعي التي توصلنا إليها في السياق الأول للوصول إلى تطبيق مفيد عملياً، مع مراعاة أسس ومبادئ هندسة البرمجيات.

## المتطلبات الوظيفية

يجب أن يقدم النظام للمستخدم ما يلي:

1. السماح بإنشاء حساب جديد ضمن النظام
2. السماح بتسجيل الدخول من حساب مُنشأ سابقا.
3. السماح للمستخدم برفع بيانات عملاء موقع التجارة الإلكترونية الخاصة به بطرق متعددة.
4. السماح للمستخدم باستعراض بيانات تحليلية عامة حول العملاء الخاصة به.
5. السماح للمستخدم باستعراض عملاء موقع التجارة الالكترونية الخاصة به الذين يتوقع انسحابهم.
6. السماح للمستخدم باستعراض معلومات القيمة الدائمة للعميل لدى موقع التجارة الالكترونية الخاص به.
7. السماح للمستخدم باستعراض بيانات تقسيم العملاء إلى شرائح.

## المتطلبات غير الوظيفية

1. يجب أن يكون النظام آمناً، حيث يسمح فقط للمستخدمين المسجّلين باستخدامه.
2. يجب أن يوفر النظام واجهات سهلة الاستخدام وجيدة المظهر.
3. يجب أن يكون الكود البرمجي قابلاً للتعديل والصيانة.
4. يجب أن يكون النظام قابلاً للتوسع.
5. يجب أن يكون النظام قادراً على التعامل مع حجم بيانات كبير نسبيا مليون عملية شراء للعملاء.

# الفصل الثاني

الدراسة النظرية

يوضّح هذا الفصل مجموعة من المفاهيم النظرية المستخدمة ضمن العمل المقدم.

## توقع انسحاب العملاء Churn Prediction.

مقدمة احكي انو بتوفر مصاري للشركات

## المحولات

# الفصل الثالث

الدراسة المرجعية

يعرض هذا الفصل الأبحاث والبيانات المرتبطة بالعمل المقدم.

## مقدمة

إن مجال تحليل بيانات مستخدمين مواقع التجارة الالكترونية هو مجال واسع ويحتوي على العديد من التحاليل والمخططات التي تفيد مدراء هذه المواقع في فهم تعامل العملاء مع الموقع وتوقع الأرباح والقيام بالإجراءات الوقائية لتحقيق أكبر ربح، سنستعرض في الفقرات التالية بعض التحاليل والقياسات التي استخرجت من الأبحاث ضمن هذا المجال.

## توقع انسحاب العملاء Churn Prediction.

### تطور تقنيات توقع انسحاب العملاء: من التقنيات التقليدية إلى التعلم العميق.

في توقع انسحاب العملاء، غالبا ما تشمل الطرق التقليدية النماذج الإحصائية والخوارزميات مثل خوارزمية التكرار والتردد والقيمة النقدية (RFM) أو سلاسل ماركوف ولكن غالبا ما تكون قدرتها التنبؤية محدودة، نتيجة لذلك تم تطبيق تقنيات التعلم الآلي Machine Learning في هذا المجال وساهمت بشكل كبير في تطويره، حيث أظهرت الدراسات فعالية خوارزميات مثل Support Vector Machine (SVM)، والغابات العشوائية Random Forests (RF)، والشبكات العصبية Neural Networks (NNs) وبالرغم من تفوقها إلا أنها غالبا ما تكون غير قادرة على نمذجة الأنماط الزمنية أو نمذجة الأنماط التتابعية في بيانات العملاء [1].

ومع التطورات في مجال التعلم العميق Deep Learning أظهرت الشبكات العصبية التكرارية (RNNs) Recurrent Neural Networks ومحولات البيانات Transformers إمكانيات واعدة في نمذجة بيانات سلوك العملاء المتغيرة مع الزمن، وتم استخدامها لالتقاط الأنماط التتابعية في بيانات العملاء، مما أدى إلى تفوقها على الطرق التقليدية وطرق التعلم الآلي في العديد من الحالات [2] [3].

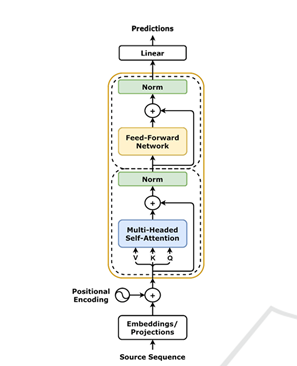
### استخدام المحولات في توقع انسحاب العملاء.

في توقع انسحاب العملاء، ظهرت بنى المحول Transformer كأداة قوية لتحليل بيانات سلوك العملاء المتسلسلة. ويأتي تفوق هذه البنى في التقاط الأنماط طويلة المدى ضمن بيانات السلاسل الزمنية دون الحاجة الى هندسة ميزات معقدة. وخصوصا نماذج المحولات التي تستخدم آليات الانتباه متعددة الرؤوس Multi-Head Attention، فهي فعالة عند التعامل مع بيانات مختلطة، تجمع بين مقاييس RFM المتغيرة زمنياً والمتغيرات الثابتة للعملاء. ان المعالجة المباشرة لبيانات السلاسل الزمنية بواسطة المحولات تقلل من الحاجة إلى هندسة ميزات معقدة. كما نماذج المحول توفر تقديرات لعدم اليقين، مما يساعد في حملات مخصصة للعملاء أكثر استهدافا، للحد من انسحاب العملاء وتقدير خطر انسحاب كل عميل [3].

### استخدام المحولات في توقع انسحاب عملاء بناءً على سلوك الاستخدام اليومي.

جرى استخدام المحول في قطاع B2B، تحديداً في مجال الاتصالات، للتنبؤ بانسحاب العملاء بناءً على بيانات سلوك الاستخدام اليومية. يتميز هذا النموذج بقدرته على التعامل مع بيانات سلاسل زمنية متعددة المتغيرات، وهو ما يسمح بتحليل سلوك العملاء المتغير بشكل دقيق عبر الزمن [3].

#### بنية النموذج:



الشكل 1 المحولات في توقع انسحاب العملاء بناءً على سلوك الاستخدام اليومي [3]

* تم استبدال طبقة التضمين (Embedding) التقليدية بـ 1D Depth wise Convolution.
* تم استخدام 8 طبقات Transformer مع رؤوس الانتباه المتعدد (Multi-Head Attention).
* يتم استخدام Global Average Pooling لتقليل حجم البيانات الناتجة وتحويلها إلى تمثيل نهائي.
* تم تطبيق وظيفة تفعيل Sigmoid في الطبقة النهائية لإنتاج احتمالية انسحاب العميل [3].

#### طبيعة البيانات المستخدمة:

كانت هي بيانات يومية على مستوى الاشتراك مثل: طول فترة التعاقد، عدد المكالمات، استهلاك البيانات، وعدد الباقات [3].

### استخدام المحولات مع تمثيلات RFM الزمنية.

تم بتطبيق نماذج Transformers على مقاييس RFM المتغيرة عبر الزمن، بهدف تحسين التنبؤ بانسحاب العملاء في قطاع الخدمات المالية. يُعدّ هذا النهج مهمًا لأن مقاييس RFM تعتبر من المؤشرات الأساسية لتقييم سلوك العملاء وقدرتهم على التنبؤ بالانسحاب [2].

#### بنية النموذج.

* دمج البيانات الثابتة والمتغيرة: تم دمج مقاييس RFM مع البيانات الثابتة باستخدام آلية Concatenation أو Merging.
* Attention Mechanism: تم استخدام آلية Multi-Head Attention لتعزيز قدرة النموذج على التركيز على أهم السمات الزمنية [2].

#### طبيعة البيانات المستخدمة.

مجموعة بيانات هي بيانات أحد كبار مزودي الخدمات المالية في فرنسا، وتحتوي على سجلات شهرية للعملاء. تتكون العينة المقدمة من عملاء تعتبر الشركة موفرهم الأساسي للخدمات المالية، وذلك لضمان جودة عالية في بيانات السلوك. تحتوي قاعدة البيانات على متغيرات تستخدم كثيراً في التنبؤ بانسحاب العميل، مثل الخصائص الديموغرافية والمعلومات السلوكية لحساب متغيرات RFM المتتابعة [2].

### تنبؤ وتمثيل مبني على سلاسل نشاط العملاء في مواقع التجارة الالكترونية.

جرى تحسين التنبؤ بسلوك العملاء من خلال معالجة بيانات النشاطات اليومية للعملاء كسلسلة زمنية. تم تكييف بنية المحولات لتحليل البيانات المجدولة أو السلوكية للعملاء. حيث توفر هذه الطريقة تمثيلاً عميقاً للبيانات الصعبة والمعقدة، دون الحاجة إلى هندسة خصائص مكثفة. اعتمدت هذه الطريقة في نموذج Customer Activity Sequence-based Prediction and Representation.

#### بنية النموذج.

* تحويل البيانات إلى سلاسل: تتحول البيانات المجدولة إلى سلسلة من الأحداث لكل عميل.
* تدريب النموذج باستخدام Transformer: تستخدم بنية Transformer لتحليل هذه السلاسل وتوليد تمثيلات متجهية (Embeddings) للعملاء.
* استخدام التمثيلات في المهام المختلفة: يمكن استخدام هذه التمثيلات في مهام متعددة مثل تنبؤ الانسحاب أو توصيات المنتجات.

#### طبيعة البيانات المستخدمة.

بيانات سجلات المشتريات أو الجلسات من مواقع مثل Microsoft Retail Stores او Instacart.

## مجموعة البيانات

### مجموعة بيانات E-commerce Customer Data For Behavior Analysis.

تم تصميم مجموعة البيانات هذه لتخدم أغراض التحليل الإحصائي والنمذجة التنبؤية في مجال التجارة الإلكترونية، تحتوي البيانات على مجموعة عمليات شراء لعدة مستخدمين مختلفين، حيث تناسب تطبيقات متعددة مثل:

* التنبؤ بانسحاب العملاء (Churn Prediction).
* تحليل سلال التسوق (Market Basket Analysis).
* أنظمة التوصية (Recommendation Systems).

حيث أن كل سطر في قاعدة البيانات هذه هو عبارة عن عملية شراء قام بها أحد المستخدمين تضمن المعلومات عملية الشراء.

#### أعمدة قاعدة البيانات.

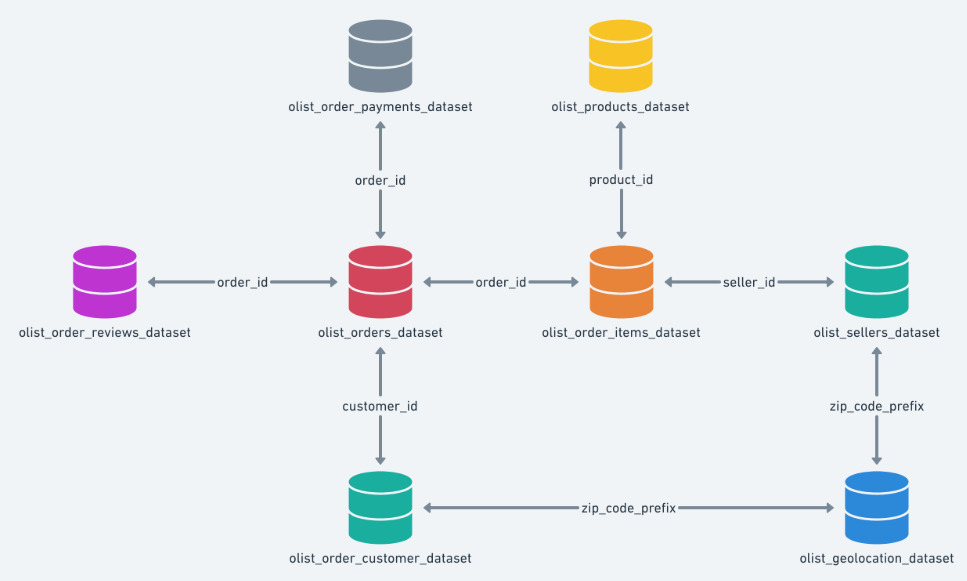
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| الاسم | وصف | نوع البيانات |
| Customer ID | رقم تعريفي لكل عميل | Integer |
| Customer Name | اسم العميل | String |
| Customer Age | عمر العميل | String |
| Gender | جنس العميل | String (Male,Female) |
| Purchase Date | تاريخ الشراء | Time stamp |
| Product Category | تصنيف المنتج الذي تم شراؤه | String |
| Product Price | السعر الفردي للمنتج | Integer |
| Quantity | عدد الوحدات المشتراة من المنتج | Integer |
| Total Purchase Amount | إجمالي مبلغ الشراء الذي تم دفعه في العملية | Integer |
| Payment Method | وسيلة الدفع المستخدمة | String |
| Returns | مؤشر يدل على إذا ما تم ارجاع المنتج أم لا | Boolean |
| Churn | مؤشر يدل على ما إذا كان العميل قد انسحب أم لا | Boolean |

جدول 1 أعمدة مجموعة بيانات E-commerce Customer Data For Behavior Analysis

### مجموعة بيانات Brazilian E-Commerce Public Dataset by OLIST.

مجموعة البيانات هذه هي قاعدة بيانات واقعية تتضمن معلومات تفصيلية حول أكثر من 100 ألف طلب شراء تم تنفيذها عبر متجر OLIST الإلكتروني والتي تعد من أكبر المتاجر ضمن الأسواق البرازيلية.

قسمت البيانات إلى عدة مجموعات لتسهيل الفهم والتنظيم حيث كانت البنية كما يلي:



الشكل 2 مجموعة بيانات OLIST

#### أعمدة مجموعة البيانات

قاعدة البيانات تحتوي على عدة أعمدة في مختلف المجموعات سنذكر أهمها:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| الاسم | وصف | نوع البيانات |
| customer\_unique\_id | رقم تعريفي لكل عميل | Integer |
| order\_purchase\_timestamp | تاريخ الشراء | Time stamp |
| product\_category\_name\_english | تصنيف المنتج الذي تم شراؤه | String |
| price | السعر الفردي للمنتج | Integer |
| freight\_value | الرسوم اللوجستية (سعر الشحن) | Integer |
| payment\_type | وسيلة الدفع المستخدمة | String |

جدول 2 أهم أعمدة مجموعة بيانات OLIST

## دراسة التطبيقات المشابهة

# الفصل الرابع

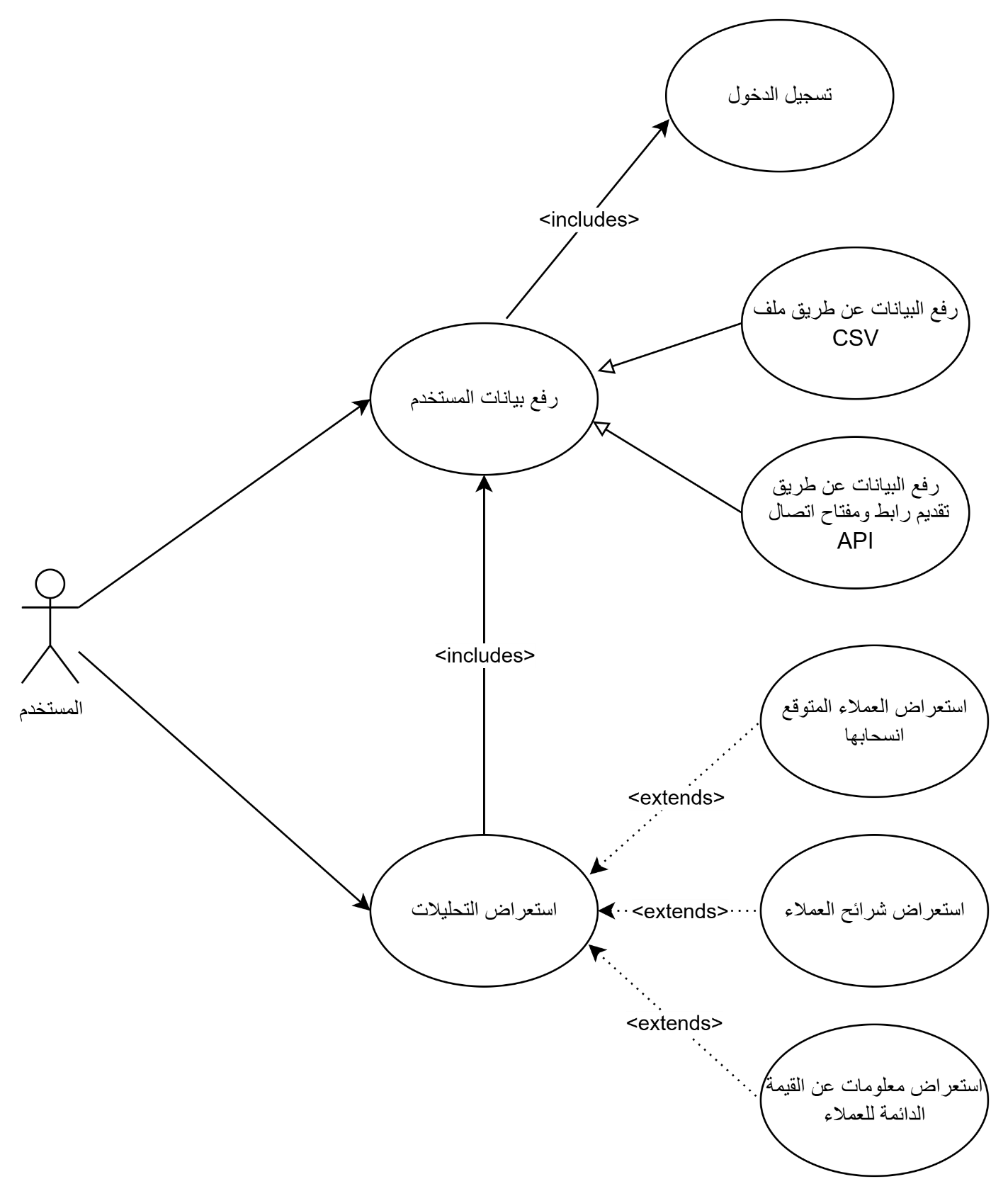
الدراسة التحليلية

يوضح هذا الفصل عمليّة تحليل النظام ودراسة متطلباته.

## مخططات حالات الاستخدام



الشكل 1 مخطط حالات استخدام إدارة حسابات المستخدمين



الشكل 2 مخطط استخدام إدارة عمليات النظام

## السرد النصي لحالات الاستخدام

### إنشاء حساب جديد.

|  |  |
| --- | --- |
| اسم الحالة: إنشاء حساب جديد | |
| الوصف Description | يقوم المستخدم بإنشاء حساب جديد خاص به. |
| الفاعلين Actors | المستخدم |
| الشروط السابقة Preconditions | لا يوجد. |
| الشروط اللاحقة Postconditions | تم إنشاء حساب جديد خاص بالمستخدم ضمن النظام. |

جدول 3: حالة استخدم إنشاء حساب جديد.

**سير الأحداث**

**السيناريو الأساسي الناجح:**

|  |  |
| --- | --- |
| النظام | المستخدم |
|  | 1. يطلب إنشاء مشروع جديد |
| 1. يطلب النظام المعلومات التالية:  * اسم المستخدم * البريد الالكتروني الخاص بالمستخدم * كلمة المرور |  |
|  | 1. يحدد المستخدم المعلومات المطلوبة ويطلب تأكيد العمليّة |
| 1. يتحقق النظام من صحة المعلومات ويعيد للمستخدم رسالة توضح انتهاء العمليّة. |  |

جدول 4: السيناريو الناجح لحالة استخدام إنشاء حساب جديد.

**المسارات البديلة:**

لا يوجد

**مسارات الأخطاء:**

**E1:** في المرحلة رقم 2 في حال كان:

* اسم المستخدم غير صالح
* البريد الالكتروني غير صالح
* كلمة المرور ضعيفة

في حال تحقّقت إحدى الحالات السابقة، يتم استبدال الخطوة الثانية في السيناريو الأساسي بالخطوة التالية:

2. يعيد النظام رسالة توضّح سبب الخطأ ويطلب تحديد المعلومات من جديد.

**E2:** في المرحلة رقم 4 في حال كان:

* اسم المستخدم مسجل سابقاً ضمن النظام.
* البريد الإلكتروني مسجل سابقاً ضمن النظام.

في حال تحقّقت إحدى الحالات السابقة، يتم استبدال الخطوة الثانية في السيناريو الأساسي بالخطوة التالية:

4. يعيد النظام رسالة توضّح سبب الخطأ ويطلب تحديد المعلومات من جديد.

### رفع بيانات المستخدم عن طريق ملف csv.

|  |  |
| --- | --- |
| اسم الحالة: رفع بيانات المستخدم عن طريق ملف csv | |
| الوصف Description | يقوم المستخدم برفع البيانات الخاصة به عن طريق إرفاق ملف بصيغة csv. |
| الفاعلين Actors | المستخدم |
| الشروط السابقة Preconditions | المستخدم مسجل في النظام سابقاً. |
| الشروط اللاحقة Postconditions | تم رفع بيانات المستخدم وحفظها ضمن النظام. |

جدول 5: حالة استخدام رفع بيانات المستخدم عن طريق ملف csv

**سير الأحداث**

**السيناريو الأساسي الناجح:**

|  |  |
| --- | --- |
| النظام | المستخدم |
|  | 1. يطلب رفع بياناته خاصة. |
| 1. يطلب النظام مسار الملف المراد رفعه. |  |
|  | 1. يحدد المعلومات المطلوبة ويطلب تأكيد العمليّة. |
| 1. يتحقق النظام من صحة المعلومات ويعيد للمستخدم رسالة توضح رفع الملف بنجاح. |  |
| 1. يطلب النظام ربط الأعمدة الخاصة ببيانات المستخدم بالأعمدة المعرفة ضمن النظام. |  |
|  | 1. يحدد ربط الأعمدة ويطلب تأكيد العمليّة. |
| 1. يتحقق النظام من صحة ربط الأعمدة ويعيد للمستخدم رسالة توضح صحة ربط الأعمدة. |  |
| 1. يطلب النظام من المستخدم تأكيد رفع البيانات. |  |
|  | 1. يطلب المستخدم تأكيد العمليّة. |
| 1. يتم رفع بيانات المستخدم ويعيد رسالة توضح انتهاء العمليّة. |  |

جدول 6: السيناريو الناجح لحالة استخدام رفع بيانات المستخدم عن طريق ملف csv.

**المسارات البديلة:**

لا يوجد

**مسارات الأخطاء:**

**E1:** في المرحلة رقم 2 في حال كان الملف غير موجود في المسار المشار إليه او الملف غير صالح.

في حال تحقّقت إحدى الحالات السابقة، يتم استبدال الخطوة الثانية في السيناريو الأساسي بالخطوة التالية:

4. يعيد النظام رسالة توضّح سبب الخطأ ويطلب تحديد المسار من جديد.

**E2:** في المرحلة رقم 6 في حال لم يحدد المستخدم أحد الأعمدة المطلوب ربطها. يتم استبدال الخطوة السادسة في السناريو الأساسي بالخطوة التالية:

1. يعد النظام رسالة توضح سبب الخطأ ويطلب تحديد ربط الأعمدة من جديد.

### رفع البيانات عن طريق تقديم رابط ومفتاح اتصال API.

|  |  |
| --- | --- |
| اسم الحالة: رفع البيانات عن طريق تقديم رابط ومفتاح اتصال API | |
| الوصف Description | يقوم المستخدم برفع البيانات الخاصة به عن طريق تقديم رابط إلى نقطة اتصال API endpoint في نظامه ومفتاح اتصال. |
| الفاعلين Actors | المستخدم |
| الشروط السابقة Preconditions | المستخدم مسجل في النظام سابقاً. |
| الشروط اللاحقة Postconditions | تم رفع بيانات المستخدم وحفظها ضمن النظام. |

جدول 7: حالة استخدام رفع البيانات عن طريق تقديم رابط ومفتاح اتصال API.

**سير الأحداث**

**السيناريو الأساسي الناجح:**

|  |  |
| --- | --- |
| النظام | المستخدم |
|  | 1. يطلب رفع بياناته الخاصة. |
| 1. يطلب النظام المعلومات التالية:  * رابط نقطة الاتصال الخاصة بالمستخدم * مفتاح الاتصال الخاص بنقطة الاتصال |  |
|  | 1. يحدد المستخدم المعلومات المطلوبة ويطلب تأكيد العمليّة |
| 1. يتحقق النظام من صحة المعلومات ويقوم بطلب البيانات من نقطة الاتصال وتخزينها ضمن النظام ويعيد للمستخدم رسالة توضح انتهاء العمليّة. |  |

جدول 8: السيناريو الناجح لحالة رفع البيانات عن طريق تقديم رابط ومفتاح اتصال API.

**المسارات البديلة:**

لا يوجد

**مسارات الأخطاء:**

**E1:** في المرحلة رقم 4 في حال كان:

* رابط نقطة الاتصال غير صالح.
* مفتاح الاتصال غير صحيح.

يتم استبدال الخطوة الرابعة في السيناريو الأساسي بالخطوة التالية:

4. يعيد النظام رسالة توضّح سبب الخطأ ويطلب تحديد المعلومات من جديد.

### استعراض العملاء المتوقع انسحابها.

|  |  |
| --- | --- |
| اسم الحالة: استعراض العملاء المتوقع انسحابها | |
| الوصف Description | يقوم المستخدم باستعراض العملاء المتوقع انسحابها ومعلومات تحليلية عنها. |
| الفاعلين Actors | المستخدم |
| الشروط السابقة Preconditions | المستخدم مسجل في النظام سابقاً، وقد رفع بياناته سابقا إلى النظام. |
| الشروط اللاحقة Postconditions | تم عرض النتائج الخاصة بالعملاء المتوقع انسحابها. |

جدول 9: حالة استخدام استعراض العملاء المتوقع انسحابها

**سير الأحداث**

**السيناريو الأساسي الناجح:**

|  |  |
| --- | --- |
| النظام | المستخدم |
|  | 1. يطلب استعراض العملاء المتوقع انسحابها. |
| 1. يقوم النظام بتحليل بيانات العملاء وعرض العملاء المتوقع انسحابها. |  |

جدول 10: السيناريو الناجح لحالة استعراض العملاء المتوقع انسحابها.

**المسارات البديلة:**

لا يوجد.

**مسارات الأخطاء:**

لا يوجد.

### استعراض شرائح العملاء.

|  |  |
| --- | --- |
| اسم الحالة: استعراض شرائح العملاء | |
| الوصف Description | يقوم المستخدم باستعراض شرائح العملاء. |
| الفاعلين Actors | المستخدم |
| الشروط السابقة Preconditions | المستخدم مسجل في النظام سابقاً، وقد رفع بياناته سابقا إلى النظام. |
| الشروط اللاحقة Postconditions | تم عرض النتائج الخاصة بشرائح العملاء. |

جدول 11: حالة استخدام استعراض شرائح العملاء

**سير الأحداث**

**السيناريو الأساسي الناجح:**

|  |  |
| --- | --- |
| النظام | المستخدم |
|  | 1. يطلب استعراض شرائح العملاء. |
| 1. يقوم النظام بتحليل بيانات العملاء وتقسيميهم إلى شرائح وعرضها. |  |

جدول 12: السيناريو الناجح لحالة استخدام استعراض شرائح العملاء.

**المسارات البديلة:**

لا يوجد.

**مسارات الأخطاء:**

لا يوجد.

### استعراض معلومات عن القيمة الدائمة للعملاء.

|  |  |
| --- | --- |
| اسم الحالة: استعراض معلومات عن القيمة الدائمة للعملاء. | |
| الوصف Description | يقوم المستخدم باستعراض معلومات عن القيمة الدائمة للعملاء. |
| الفاعلين Actors | المستخدم |
| الشروط السابقة Preconditions | المستخدم مسجل في النظام سابقاً، وقد رفع بياناته سابقا إلى النظام. |
| الشروط اللاحقة Postconditions | تم عرض النتائج الخاصة بالقيمة الدائمة للعملاء. |

جدول 13: حالة استخدام استعراض معلومات عن الدائمة للعملاء

**سير الأحداث**

**السيناريو الأساسي الناجح:**

|  |  |
| --- | --- |
| النظام | المستخدم |
|  | 1. يطلب استعراض معلومات عن القيمة الدائمة للعملاء. |
| 1. يقوم النظام بتحليل بيانات العملاء وعرضها. |  |

جدول 14: السيناريو الناجح لحالة استخدام استعراض معلومات عن القيمة الدائمة للعملاء.

**المسارات البديلة:**

لا يوجد.

**مسارات الأخطاء:**

لا يوجد.

# الفصل الخامس

المنهجية المقترحة

يعرض هذا الفصل المنهجية المقترحة ضمن العمل المقدّم.

## مقدمة

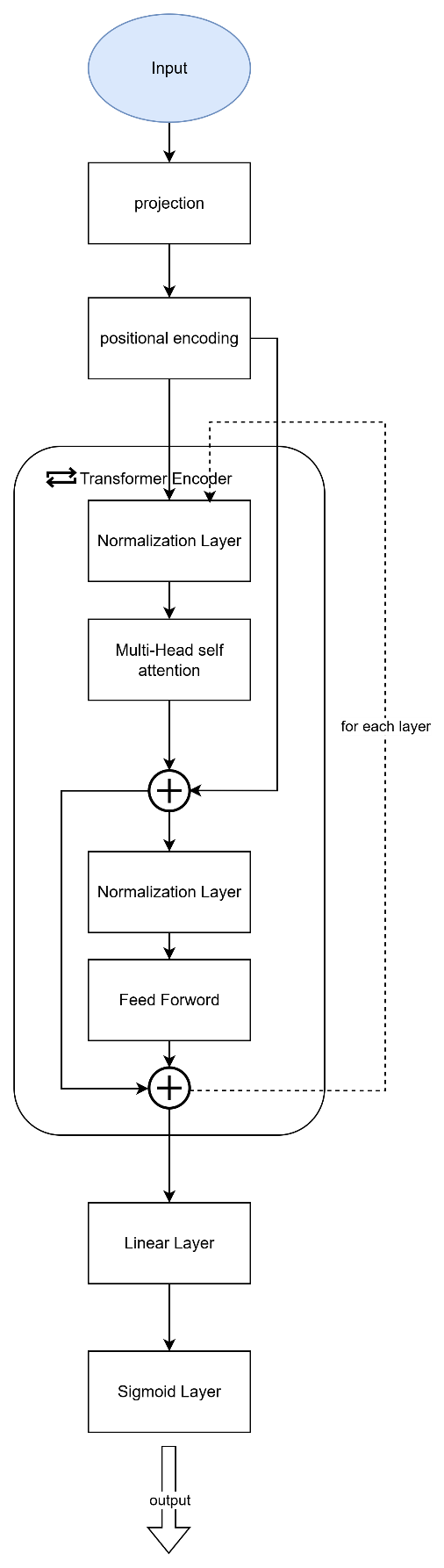
بعد النظر إلى الأبحاث في مجال توقع انسحاب العملاء جرى اتباع منهجية بناء نموذج مبني على المحولات (Transformers) وتدريبه على عمليات شراء العملاء للتوقع بانسحاب العملاء.

## النموذج المقترح لتوقع انسحاب العملاء

بداية نعرف دخل النموذج، حيث يتكون الدخل من مجموعة عمليات شراء للعملاء تحتوي على معلومات عن كل عملية شراء ومعلومات عن العميل حيث كانت:

* معلومات عن كل عملية شراء مثل: تاريخ عملية الشراء، الكمية، طريقة الدفع، المبلغ الإجمالي المدفوع، نوع المنتج ضمن عملية الشراء، سعر المنتج الفردي، هل تم إعادة المنتج.
* معلومات عن العميل مثل: عمر العميل وجنس العميل.

### بنية النموذج المقترح لتوقع انسحاب العملاء



الشكل 3 بنية النموذج المقترح لتوقع انحساب العملاء

## النموذج المقترح لتقسيم العملاء إلى شرائح

## النموذج المقترح لحساب القيمة الدائمة للعميل

# الفصل السادس

تصميم النظام

يعرض هذا الفصل القرارات التصميمة التي بني من خلالها النظام

## مقدمة

جرى اعتماد بنية الخدمات المصغرة (micro-services) لبناء التطبيق، اذ يتكون النظام من مجموعة من الخدمات التي تعمل مع بعضها بشكل متكامل لخدمة المستخدم النهائي. تقدم هذه البنية مجموعة من الفوائد أهمها:

* **التوسع المستقل:** يمكن توسيع كل خدمة مصغرة بشكل مستقل بناءً على الطلب، حيث تسمح هذه المرونة باستخدام الموارد بكفاءة، اذ يتم تسيع أجزاء التطبيق التي تحتاج إلى المزيد من الموارد فقط، بدا من النظام بأكمله.
* **المرونة في استخدام التقنيات:** يمكن استخدام لغات برمجة أطر عمل وقاعد بيانات وتقنيات أخرى مختلفة للخدمات المصغرة المختلفة، وتحسين كل خدمة بناءً على متطلباتها المحددة، إذ يمكن ان يؤدي هذا إلى أداء أفضل وحلول أكثر تخصيصا لكل خدمة.
* **النشر المستقل:** يمكن نشر الخدمات المصغرة بشكل مستقل، مما يسمح بالتكامل المستمر والتسليم المستمر (CI/CD) مما يعطي إمكانية إصدار التحديثات وإصلاح الأخطاء بسرعة دون انتظار دورة إصدار النظام الكاملة.

نعرض في الفقرات التالية شرحاً لتصميم كل خدمة.

## خدمة البيانات Data service

الهدف الأساسي من هذه الخدمة هو تخزين الموارد الخاصة بعملاء المستخدمين. لتزويد جميع الخدمات الأخرى بالمعلومات المطلوبة دون الحاجة إلى تكرار تنجيز الوصول إلى هذه البيانات في كل خدمة من الخدمات الأخرى. تقوم هذه الخدمة بجلب البيانات وتخزينها في قاعدة البيانات وتوفر واجهات تخاطب لطلب جلب البيانات أو تخزين بيانات جديدة من الخدمات الأخرى.

لعدم تعقيد التنجيز تم استخدام منهجية 3-tier التي تعتمد على وجود API يطلب خدمة منطق العمل Business logic التي تتخاطب بدورها مع قاعدة المعطيات لتخزين واسترجاع الموارد.

من خلال فصل هذه الخدمة في خدمة مستقلة نحقق قابلية التوسع من حيث عدد المستخدمين من جهةـ وقابلية التوسع في أنماط البيانات القابلة للتخزين وكيفية تخزينها من جهة أخرى. حيث معالجة أي نوع جديد من الموارد أو أي تعديل في بنية تخزين البيانات سيتم ضمن هذه الخدمة بمعزل عن بقية الخدمات، مما يزيد من قابلية الصيانة ويسرع عملية التطوير.

## خدمة المصادقة Auth service

الهدف الأساسي من هذه الخدمة هو المصادقة على طلبات المستخدمين، حيث يتم تزويد هذه الخدمة رمز الوصول (Access Token) الخاصة بالمستخدم الذي طلب هذا الطلب وتقوم هذه الخدمة بالمصادقة عليه، كما أن هذه الخدمة مسؤولة عن عمليات تسجيل دخول وإنشاء حسابات المستخدمين.

من خلال فصل هذه الخدمة على حدة، يمكن لكل الخدمات الأخرى التحقق من أي رمز وصول (Access Token) من أجل مصادقة المستخدمين وبذلك يتحقق أمن لبيانات المستخدمين بحيث لا يمكن لاي مستخدم الوصول إلى بيانات المستخدمين الآخرين.

## خدمة توقع انسحاب العملاء Churn service

الهدف الأساسي من هذه الخدمة هو استخدام نموذج ذكاء صنعي قادر على التنبؤ بالعملاء الذين يتوقع انسحابهم من منصة التجارة الإلكترونية الخاصة بالمستخدم. حيث تقوم هذه الخدمة بالتواصل مع خدمة البيانات للحصول على بيانات عملاء المستخدم وتقوم بتحليلها وتنبؤ العملاء المتوقع انسحابهم وعرضهم على المستخدم.

تم استخدام منهجية 3-tier في هذه الخدمة لتوفير خدمات التوقع بانسحاب العملاء. من خلال فصل هذه الخدمة نحقق قابلية التوسع وتزيد سرعة الاستجابة لأن من الممكن ان تكون هذه الخدمة هي عنق الزجاجة في النظام بسبب الزمن لازم لتوقع انسحاب العملاء وبذلك يمكن التوسع على عدد المخدمات أكبر لتحقيق أفضل استجابة للمستخدمين دون تأثير أحدهم على الآخر.

## خدمة تقسيم العملاء إلى شرائح Customer Segmentation Service

الهدف من هذه الخدمة هو تحديد الشريحة التي ينتمي إليها كل عميل وعرض معلومات عن شرائح العملاء للمستخدم. حيث تتواصل هذه الخدمة مع خدمة البيانات للحصول على بيانات المستخدمين.

تم استخدام منهجية 3-tier في هذه الخدمة أيضاً، ومن خلال فصل هذه الخدمة يمكن أيضا توسيعها ونشرها على أكثر من مخدم حسب الطلب لتحقيق قابلية التوسع.

## خدمة القيمة الدائمة للعملاء Customer Lifetime Value

الهدف من هذه الخدمة هو حساب القيمة الدائمة للعملاء الخاصة بالمستخدم، حيث تتواصل هذه الخدمة مع خدمة البيانات لجلب بيانات المستخدمين وتتواصل أيضاً مع خدمة توقع انسحاب العملاء للحصول على بعض القيم والمقاييس التي تفيد في حساب أفضل للقيمة الدائمة للعملاء.

تم استخدام منهجية 3-tiers في هذه الخدمة أيضاً، ومن خلال فصل هذه الخدمة يمكن توسيعها ونشرها على أكثر من مخدم وفي حال قمنا بتغيير المنهجية المتعبة في حساب القيمة الدائمة للعملاء أو إضافة ميزات جديدة يسهل اضافتها وتشغيلها دون الحاجة إلى التحقق من تأثير هذه الإضافات على النظام ككل.

## خدمة البوابة API-Gateway

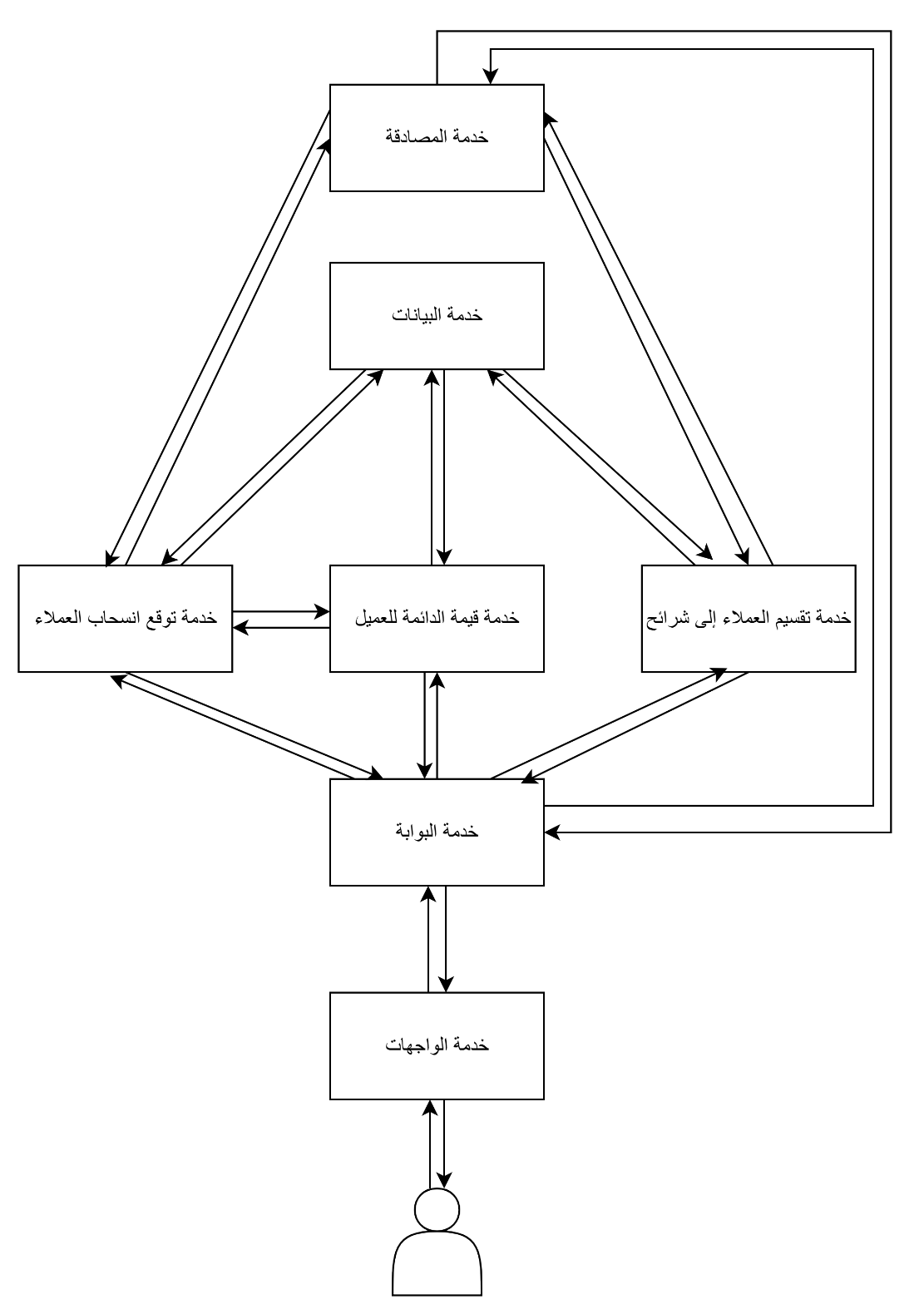
بعد النظر إلى الخدمات التي تكوّن النظام الكلي، نجد أن تواصل المستخدم مع كل خدمة على حدا يشكل مجموعة من التحديات مما يؤثر على سهولة صيانة وتشغيل النظام لذلك ظهرت الحاجة لوجود مخدم يعمل كواجهة تخاطب للنظام بحيث تقوم بتوجيه الطلبات على الخدمات الأخرى حسب الطلب.

## خدمة واجهة المستخدم Front-end

تم بناء واجهة المستخدم باستخدام بنية قائمة على المكونات مما يوفر العديد من الفوائد أهمها:

* النسقية (Modularity): تسمح بتقسيم موقع الويب إلى مكونات أصغر مستقلة. يغلف كل مكون وظيفة محددة، مما يجعله سهل الإدارة والفهم.
* قابلية إعادة الاستخدام: يمكن إعادة استخدام كل مكون من مكونات موقع الويب في أجزاء مختلفة ضمن الموقع أو حتى في مشاريع مختلفة لاحقة. مما يؤدي إلى تسريع عملية التطوير.
* سهولة تصحيح الأخطاء: بسبب عزل المكونات عن بعضها البعض تكون عملية تصحيح الأخطاء وتتبعها عملية بسيطة لا تتطلب الوقت والجهد في غالب الأحيان.

## مخطط تصميم النظام



الشكل 4 مخطط تصميم النظام

# الفصل السابع

الأدوات المستخدمة

يعرض هذا الفصل الأدوات المستخدمة لتنجيز العمل.

## PostgreSQL

## React

## Python

## FastAPI

## Json Web Token (JWT)

## Git

## GitHub

## Redis

## PyTorch

## Jupyter Notebook

# الفصل الثامن

تنجيز النظام

يعرض هذا الفصل كيفية تنجيز النظام مع تفصيل كل جزء من أجزاءه.