ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE MAI 2021

Toute documentation permise
Calculatrices : modèles autorisés seulement
Durée de l’examen : 3 heures

19-LO-A3 – CONCEPTION LOGICIELLE

Mise en contexte. Le texte qui suit décrit les principales fonctionnalités du système *IntelliPanier,* un panier d'épicerie intelligent comprenant entre autres l'application pour appareil mobile *Appanier*.

Une grande chaîne de distribution alimentaire vous contacte afin d'explorer la possibilité de concevoir et déployer un système de paniers d'épicerie intelligents. Ce projet de développement a pour objectif d'accélérer les achats en magasin, de rendre les clients plus autonomes et de faciliter leur magasinage. Ce projet repose sur le développement, d'une part, de paniers d'épicerie de nouvelle génération et, d'autre part, d'un système logiciel. Dans la vision proposée par la chaîne d'épicerie, chaque panier intégrera une balance précise, permettant de mesurer au gramme près, et en temps réel, le poids du contenu du panier et un support universel permettant d'accueillir un téléphone ou une tablette sur lequel sera déployé une application logicielle d'assistance au magasinage appelée **Appanier**. On vous mandate pour effectuer l'analyse et une conception préliminaire du système, en tenant compte des principales fonctionnalités décrites ci-dessous.

Le système comportera une application à installer sur un appareil mobile (téléphone ou tablette) qui entrera en communication par réseau Wifi ou cellulaire avec un serveur déployé dans un environnement d'infonuagique et par Bluetooth avec le panier intelligent. Voici les principales fonctionnalités de l'application d'assistance au magasinage, **Appanier**.

1. <u>Installation de l'appareil mobile sur le panier</u>. Lorsqu'un client se présente en magasin et souhaite utiliser un panier intelligent, il a le choix soit d'installer son propre appareil mobile (téléphone ou tablette) dans le support universel du panier, soit d'utiliser un panier sur lequel est déjà installée une tablette. Si le client utilise son propre appareil, il doit avoir déjà installé l'application **Appanier** sur son téléphone et il doit connecter le panier comme appareil Bluetooth à son téléphone. Un bouton sur le panier, décoré du symbole Bluetooth, permet de rendre le panier détectable pendant une minute lorsqu'il est enfoncé par l'utilisateur. D'autre part, si le client choisit d'utiliser un panier sur lequel est déjà installée une tablette fournie par le magasin, la connexion entre l'application et le panier est déjà configurée.
2. <u>Connexion de l'utilisateur à l'application **Appanier**</u>. Une fois l'appareil mobile installé sur le panier, le client doit démarrer l'application et s'identifier à l'aide de son code client unique et de son mot de passe. Si le client utilise son propre appareil, l'identification dans l'application peut être effectuée à l'aide de données biométriques.
3. <u>Saisie automatique des produits déposés dans le panier</u>. Le panier intelligent sert, comme tous les paniers d'épicerie, à transporter les produits que souhaite acheter le client pendant son magasinage. En plus de transporter les produits, le panier intelligent collabore avec le logiciel installé sur l'appareil mobile, pour identifier et comptabiliser la quantité et le prix des produits qui y sont déposés. L'application **Appanier** utilise la caméra de l'appareil mobile et l'information fournie par la balance dont est équipé le panier pour identifier et peser les produits que le client dépose dans le panier. Si l'application parvient à identifier automatiquement un produit, un son de confirmation est émis pour confirmer l'ajout de l'article. Sinon, une alerte sonore retentit et un message invitant le client à fournir plus d'informations sur le produit s'affiche à l'écran. Le client peut alors soit scanner le code UPC du produit à l'aide de la caméra de l'appareil mobile, soit entrer manuellement un numéro de produit ou enfin rechercher le produit par catégorie dans l'application, par exemple dans le cas des fruits et légumes.
4. <u>Affichage en temps réel du contenu du panier, du prix des items choisis et du prix total</u>. À mesure que des produits sont ajoutés dans le panier, la liste des items apparait à l'écran, ainsi que le prix de chaque item et le montant total de l'épicerie en cours.
5. <u>Saisie d'une liste d'épicerie</u>. L'application **Appanier** permet à un utilisateur de saisir une liste d'items qu'il souhaite se procurer. Pour faciliter la construction de la liste, l'application permet de choisir des items parmi ceux récemment ou fréquemment achetés. L'utilisateur peut aussi ajouter à sa liste les produits nécessaires pour réaliser une recette disponible sur internet. L'utilisateur peut également ajouter des produits à sa liste en scannant un code UPC d'un produit qu'il possède ou en choisissant un produit par catégorie.

6. Suivi en temps réel d'une liste d'épicerie. Durant le magasinage, l'application **Appanier** permet à l'utilisateur de suivre en temps réel la liste des produits de sa liste qu'il n'a pas encore déposés dans son panier. Grâce à un système précis de géolocalisation du panier dans le magasin, lorsque le client s'approche d'un produit de sa liste qu'il n'a pas encore récupéré, l'application modifie l'affichage de la liste pour avertir le client que le produit se trouve à proximité.
7. Assistance à la localisation de produits en magasin. Si l'utilisateur a saisi une liste d'item qu'il souhaite se procurer, l'application **Appanier** permet de trier la liste en fonction de la disposition des produits dans le magasin, ceci afin de minimiser le parcours du client. Si le client a de la difficulté à localiser un produit, il peut sélectionner le produit dans la liste et invoquer une fonction d'aide à la localisation du produit. L'application affiche alors le trajet pour se rendre à l'endroit où se trouve le produit et la localisation du produit sur la tablette.
8. Système de suggestion de produits. Durant son magasinage, l'utilisateur peut activer la fonction de suggestion de produits de l'application **Appanier**. L'application pourra ainsi suggérer des produits disponibles en magasin selon différents critères, soit pour remplacer un produit en rupture de stock, soit en fonction de rabais ou spéciaux, en fonction des recettes que le client souhaite réaliser ou de ses habitudes d'achat.
9. Finalisation des achats. Une fois que tous les items de la liste d'épicerie ont été récupérés, l'utilisateur peut indiquer à l'application qu'il a complété ses achats. L'application présente alors le total de la facture et demande à l'utilisateur de confirmer qu'il souhaite procéder au paiement. Une fois le paiement confirmé, l'utilisateur peut quitter le magasin avec ses achats.
10. Gestion du profil de l'utilisateur. L'application **Appanier** permet à l'utilisateur d'enregistrer certaines informations personnelles, dont, au besoin, une adresse de livraison et un mode de paiement préféré. L'application transfert également sur un serveur d'infonuagique la liste des produits achetés lors de chaque transaction. Ces informations sont disponibles tant dans l'application que grâce à un fureteur web, sur le site de la chaîne d'alimentation.

Question 1 - Processus de conception et cas d'utilisation (24 points)

Les processus modernes de développement de logiciels orientés-objet s'appuient sur l'élaboration de cas d'utilisation du logiciel à concevoir.

a) Dans le contexte des cas d'utilisation, définissez ce que l'on entend par un **acteur** et par une **partie prenante**, expliquez la différence entre les deux, et donnez un exemple de chaque, tiré du système *IntelliPanier* (4 points).
b) Tracez le diagramme UML des cas d'utilisation primaires du logiciel *IntelliPanier* (diagramme de contexte). (12 points)
c) Pour **un seul cas d'utilisation de votre choix**, parmi ceux identifiés dans le diagramme de cas d'utilisation, rédigez :
   i. La description de haut-niveau du cas d'utilisation (4 points)
   ii. La description du scénario principal du cas d'utilisation (4 points)

Question 2 - Architecture logique (22 points)

Les logiciels modernes sont développés selon des architectures logiques comportant plusieurs couches ou niveaux (*multi-tier architecture*).

- Indiquez deux avantages importants de la décomposition d'un logiciel en une architecture multi-niveaux classique (2 points),
- Proposez une décomposition architecturale multi-niveaux du logiciel *IntelliPanier*. Fournissez votre réponse sous la forme d'un diagramme UML de paquetages (10 points),

- Lors de la conception d'une architecture multi-niveaux pour une application interactive, un patron architectural fréquemment utilisé est le patron Modèle-Vue-Contrôleur (MVC). Décrivez chaque composante de ce patron architectural en termes de ses responsabilités et reliez chaque composante au(x) paquetage(s) approprié(s) du diagramme d'architecture que vous avez conçu pour le logiciel *IntelliPanier*. (6 points),
- Une approche émergente pour la conception d'applications consiste à favoriser une décomposition architecturale basée sur des services (*Service Oriented Architecture ou SOA*). Expliquez en quoi consiste un service au plan architectural et donnez un exemple possible d'utilisation d'un service dans le cadre de l'application *Appanier*. (4 points).

Question 3 – Analyse et conception orientées-objet (24 points)

a) Dans le contexte de la conception orienté-objet, deux principes pour l'assignation des responsabilités dans un système sont particulièrement importants, soient les principes de **faible couplage** et de **cohésion élevée**. Définissez en vos propres mots chacun de ces principes et justifiez l'importance de chacun dans une approche de conception orientée-objet. (4 points)
b) En vous limitant uniquement aux fonctionnalités et concepts décrits dans le texte de mise en contexte, proposez un diagramme UML des classes de l'application **Appanier** (20 points).

Question 4 - Patrons de conception (30 points)

Durant la phase d'analyse et conception de l'application **Appanier**, voici trois problèmes qui ont été identifiés et que l'on vous demande de résoudre en utilisant les patrons de conception :

1. Pendant le magasinage, si la fonction de suivi en temps réel de la liste d'épicerie est activée (requis #6), l'application **Appanier** doit continuellement connaitre la position du panier dans le magasin et avertir automatiquement le client lorsqu'il se trouve à proximité d'un article inclus dans la liste d'épicerie et qui n'a pas encore été récupéré. Il faut donc mettre en place un mécanisme de mise à jour automatique de la position du panier en fonction de ses mouvements, et un mécanisme automatique d'avertissement du client lorsque le panier est proche d'un item de la liste.
2. Pendant le magasinage, si la fonction de suggestion de produits est activée (requis #8), l'application **Appanier** doit sélectionner certains produits qui se trouvent à proximité du client afin de les lui proposer. Plusieurs algorithmes de sélection de produits peuvent être envisagés, basés, par exemple, sur le prix des produits, sur les habitudes d'achat du client ou sur les recettes que le client souhaite réaliser. L'application doit être conçue afin de permettre de facilement changer d'algorithme de suggestion et de les rendre interchangeables.
3. Plusieurs fonctions de l'application **Appanier** impliquent de parcourir la liste des items contenus dans le panier et d'appliquer à chacun un traitement qui dépend du type spécifique de l'item. Une telle fonction pourrait, par exemple, calculer le prix total de la facture ou le nombre de points de fidélité accumulés en fonction des caractéristiques de chaque item acheté. On veut mettre en place dans l'application un mécanisme qui facilite la réalisation de telles fonctions.

Pour chacun des trois problèmes de conception, on vous demande :

a) D'identifier le patron de conception approprié (tiré du livre de Gamma et al.) qui doit être utilisé pour résoudre le problème et de justifier votre choix (2 points),
b) D'appliquer le patron en fournissant un diagramme de classes annoté, où les rôles identifiés dans le patron sont explicitement associés aux classes appropriées de l'application **Appanier** (4 points).
c) De discuter des avantages, des inconvénients et des conséquences liés à l'utilisation du patron choisi pour résoudre le problème de conception, dans le contexte spécifique de l'application **Appanier** (4 points).