

Etap 1: Opracowanie miary pokrewieństwa produktów (badania przemysłowe)

Przewidziane prace: W ramach niniejszego etapu zdefiniowana zostanie miara podobieństwa produktów oraz metoda podziału produktów na grupy produktów pokrewnych. Wyniki te wykorzystywane będą na dalszych etapach projektu między innymi do wyznaczania parametrów modeli prognostycznych, identyfikacji zamienników oraz badania wpływu efektu kanibalizmu i katalizy. Ze względu na te zastosowania podobieństwo produktów rozumiane będzie w kontekście podobieństwa profilu sprzedaży, a celem będzie wyznaczenie profilu sprzedaży produktu na podstawie dostępnych informacji o nim.

Rozważane informacje obejmować będą w szczególności definiowaną przez przedsiębiorstwo hierarchię produktów, ich specyfikację techniczną, tekstowe opisy produktów oraz cenę. Tekstowe opisy produktów analizowane będą przy pomocy metod uczenia maszynowego obejmujących między innymi analizę częstości wystąpień słów w opisach z uwzględnieniem przekształcenia odwrotnej częstości w dokumentach (Inverse Document Frequencies) oraz metody ukrytego indeksowania semantycznego (Latent Semantic Indexing). Przy użyciu technik klasteryzacji (podać szczegóły?) produkty zostaną podzielone na grupy produktów pokrewnych.

Zbadana zostanie korelacja między wysokościami sprzedaży dla produktów należących do tej samej grupy a także porównane będą profile krzywych sprzedaży w szczególności na etapie wchodzenia produktów na rynek.

Przeanalizowane będą również korelacje wysokości sprzedaży dla produktów należących do różnych grup w celu wyznaczenia grup produktów powiązanych (jak na przykład śrubki i nakrętki).

Kamień milowy: W efekcie prowadzonych na tym etapie prac opracowane zostaną:

- miara stopnia podobieństwa między produktami;
- metoda dzieląca produkty na grupy produktów podobnych;
- metoda podziału grup produktów na grupy produktów powiązanych.

Etap 2: Prognozowanie popytu na poszczególnych etapach cyklu życia produktu (badania przemysłowe)

Przewidziane prace:

Zadanie 1: Automatyczne rozpoznawanie fazy cyklu życia

Zostanie opracowany i zaimplementowany algorytm automatycznie rozpoznający fazę cyklu życia produktu. W literaturze brakuje ilościowych kryteriów określających fazę cyklu, są one jednak niezbędne dla zastosowań w algorytmicznym prognozowaniu popytu.

Zdefiniowane zostaną ilościowe kryteria pozwalających określić obecną fazę cyklu życia produktu.

Kryteria uwzględniać będą przede wszystkim wysokość sprzedaży i tempo zmian sprzedaży, ale także inne informacje o produkcie takie jak charakter cyklu życia dla podobnych produktów, intensywność akcji marketingowych, cenę, czy moment wprowadzenia na rynek. Kryteria powinny być nieczułe na ogólną koniunkturę. W tym celu zaproponowany zostanie sposób dyskutowania obserwowanej sprzedaży na przykład poprzez porównanie jej z sumaryczną sprzedażą w całym przedsiębiorstwie.

Zadanie 2: Opracowanie algorytmów prognostycznych

Opracowane zostaną metody prognozowania popytu na produkty nowe i wygasające. Powstałe metody będą na dalszym etapie zaimplementowane jako podstawowy element nowego modułu oprogramowania ProLogistica PLC.

Do prognozowania popytu na produkty nowe i wygasające wykorzystane będą następujące opisane w literaturze modele.

1. Klasykne modele dyfuzyjne takie jak model Bassa, model logistyczny i model Gomperta oraz ich nowoczesne warianty umożliwiające uwzględnienie czynników skorelowanych.

2. Modele wyboru (choice models), czyli modele korzystające z przypisanych produktom cech, które na podstawie historii sprzedaży istniejących już w ofercie produktów szacują preferencje klientów co do poszczególnych cech, a następnie modelują popyt na nowy produkt w oparciu o definiujący go zestaw cech.
3. Dyfuzyjne modele wyboru, czyli fuzja opisanych wyżej dwóch klas modeli.

W ramach przeprowadzonych na tym etapie prac wymienione znane modele zostaną dostosowane do ich zastosowań w praktyce. W szczególności, opracowany zostanie autorski algorytm doboru parametrów modeli dyfuzyjnych dla nowych produktów. Problem doboru parametrów modeli dyfuzyjnych nie jest opisany w literaturze, a jego rozwiązanie jest wysoce nieoczywiste. Na wartości optymalnych parametrów może wpływać wiele czynników w szczególności charakterystyka produktu, moment wejścia produktu na rynek (np. wyższy popyt okolicach Świąt Bożego Narodzenia) oraz intensywność i moment rozpoczęcia akcji marketingowych. W ramach projektu przeanalizowany zostanie wpływ tych czynników na charakter popytu w początkowej fazie cyklu życia produktu a w szczególności na wartość optymalnych parametrów modeli dyfuzyjnych. Rozważane metody obejmować będą między innymi modele regresyjne, sieci neuronowe i techniki klasteryzacji.

Opracowany będzie także algorytm wyznaczania przedziałów ufności prognoz przy użyciu modeli dyfuzyjnych, modeli wyboru i dyfuzyjnych modeli wyboru. Metoda wyznaczania przedziałów ufności dla takich modeli nie jest opisana w literaturze. W ramach projektu rozważone zostanie między innymi podejście Bayesowskie uwzględniające niepewność w wyborze parametrów. Niepewność ta jest szczególnie istotna w przypadku nowych produktów, dla których historia sprzedaży jest bardzo krótka. Wykorzystane zostaną również techniki bootstrapu.

Kamień milowy: W efekcie prowadzonych na tym etapie prac opracowane zostaną:

- kryteria automatycznego rozpoznawania faz cyklu życia produktu;
- algorytm prognozujący popyt w każdej fazie cyklu życia produktów.

Etap 3: Prognozowanie popytu przy uwzględnieniu zjawiska kanibalizmu i katalizy (badania przemysłowe)

Przewidziane prace:

W ramach tego etapu oszacowany będzie wpływ wprowadzenia na rynek nowego produktu na popyt na produkty już dostępne w ofercie. W szczególności zbadane zostanie opisywane w literaturze zjawisko kanibalizmu, a także nieopisane dotąd zjawisko odwrotne - zjawisko katalizy, czyli pozytywny wpływ wprowadzenia nowego produktu na popyt na produkty z nim powiązane (np. wejście na rynek iPoda powoduje wzrost popytu na słuchawki).

Na podstawie analizy pokrewieństwa produktów (wyniki etapu 1) wyznaczone zostaną momenty w historii, w których spodziewane było wystąpienie tych efektów kanibalizmu bądź katalizy. Następnie porównana zostanie faktyczna sprzedaż produktu kanibalizowanego/katalizowanego ze sprzedażą prognozowaną. Przy użyciu metod regresji przeanalizowane będzie oddziaływanie czynników takich jak stopień pokrewieństwa między produktami, grupy, do których należą, intensywność akcji marketingowych czy cena na poziom wpływu kanibalizmu i katalizy. Zbadany zostanie również charakter tego wpływu w czasie i zaproponowany opisujący go model szeregu czasowego.

Kamień milowy: W efekcie prowadzonych na tym etapie prac opracowana zostanie metoda korygująca prognozę popytu o wpływ efektów kanibalizmu i katalizy wywołanych wprowadzeniem na rynek nowych produktów.

Etap 4: Implementacja prototypu modułu ProLogistica PLC (prace rozwojowe)

Przewidziane prace: W ramach tego etapu zostanie zaimplementowany prototyp modułu prognozujący popyt przy uwzględnieniu cyklu życia produktów. Algorytm będzie obejmował następujące kroki.

1. Automatyczne wykrycie fazy cyklu życia produktu (korzystając z wyników etapu 2).
2. W przypadku stwierdzenia początkowej fazy cyklu życia automatyczne wykrycie czy produkt jest zamiennikiem (korzystając z miary pokrewieństwa produktów zaproponowanej w ramach etapu 1)
3. Wybór najlepszego modelu prognostycznego wraz z jego parametrami (korzystając z wyników etapu 2).
4. Obliczenie prognozy i jej przedziałów ufności (korzystając z wyników etapu 2).
5. Korektę prognozy popytu o efekty kanibalizmu i katalizy.

Kamień milowy: W efekcie prowadzonych na tym etapie prac zaimplementowany zostanie prototyp modułu ProLogistica PLC prognozujący popyt przy uwzględnieniu cyklu życia produktów.