



ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ 2014-2020
ΕΥΔ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
Επενδυτικά Σχέδια Καινοτομίας
Κωδικός πράξης: KMP6-0083129
Κωδικός MIS: 5136571

Δικαιούχος: ΑΔΕΛΦΟΙ ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΚΟΥΡΤΙΔΗ, ΕΛΚΕ – ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΤΙΤΛΟΣ

«Βελτιστοποίηση τοποθέτησης και καταμέτρησης εμπορευμάτων σε μεγάλους βιομηχανικούς χώρους με χρήση μη επανδρωμένων αεροσκαφών»

Τίτλος Πράξης (Αγγλικά) Optimization of placement and counting products in large industrial areas using UAV

Παραδοτέο

P2.4 Πρόγραμμα σε ελεύθερο λογισμικό λήψης αποφάσεων μέσα από αναλύσεις και κανόνες συσχέτισης.

Αρ. Παραδοτέου	Π2.4
Ενότητα Εργασίας	ΕΕ2. Ανάπτυξη μεθόδων και συστημάτων οργάνωσης δεδομένων
Υπεύθυνος Φορέας ΕΕ2 / Π2	Αδελφοί Γεωργίου Κουρτίδη - Δι.Πα.Ε.
Είδος Παραδοτέου	Τεχνική Αναφορά
Παράδοση	Σεπτέμβριος 2023
Σύντομη Περιγραφή Ενότητας	Βιομηχανική έρευνα στην ανάπτυξη μεθόδων για την οργάνωση δεδομένων, συλλογή δεδομένων από ποικίλες πηγές, δημιουργία πολυδιάστατης αποθήκης δεδομένων, ανάπτυξη συστήματος καταγραφής και συστήματος λήψης αποφάσεων, ανάπτυξη προγραμμάτων σε ελεύθερο λογισμικό για την εφαρμογή των μεθόδων και συστημάτων.
Έναρξη Προγράμματος, Λήξη	Οκτώβριος 2021, Δεκέμβριος 2024
Φορείς	ΑΔΕΛΦΟΙ ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΚΟΥΡΤΙΔΗ, ΕΛΚΕ – ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ



Λίστα συγγραφέων:

#	Όνοματεπώνυμο	Φορέας	email
1	Γεώργιος Κουρτίδης	ΝΕΚΤΑΡ	info@nektar.gr
2	Γεώργιος Κουρτίδης	ΝΕΚΤΑΡ	info@nektar.gr
3	Ειρήνη Κουρτίδου	ΝΕΚΤΑΡ	info@nektar.gr
4	Αναστάσιος Βαζικόγλου	ΝΕΚΤΑΡ	info@nektar.gr
5	Δημήτριος Βαρσάμης	ΔΙ.ΠΑ.Ε.	dvarsam@ihu.gr
6	Αλκιβιάδης Τσιμπήρης	ΔΙ.ΠΑ.Ε.	atsimpiris@ihu.gr
7	Κωνσταντίνος Χειλάς	ΔΙ.ΠΑ.Ε.	chilas@ihu.gr
8	Πάρις Μαστοροκώστας	ΔΙ.ΠΑ.Ε.	mast@uniwa.gr
9	Δημήτριος Μάνος	ΔΙ.ΠΑ.Ε.	dmanos@ihu.gr
10	Ιορδάνης Ζιώγας	ΔΙ.ΠΑ.Ε.	ziogasi@ihu.gr
11	Ηλίας Πανταζής	ΔΙ.ΠΑ.Ε.	hpant@ihu.gr

Επιμέλεια εγγράφου:

#	Όνοματεπώνυμο	Φορέας	email
	Γεώργιος Κουρτίδης	ΝΕΚΤΑΡ	info@nektar.gr
	Δημήτριος Βαρσάμης	ΔΙ.ΠΑ.Ε.	dvarsam@ihu.gr

Ιστορικό εγγράφου:

Έκδοση	Ημ/νια	Είδος εγγράφου	Φορέας
0.1		1 st draft	ΔΙ.ΠΑ.Ε.



Περιεχόμενα

1. Περίληψη έργου.....	4
2. Περίληψη Ενότητας Εργασίας 2 (ΕΕ2).....	5
3. Πρόγραμμα σε ελεύθερο λογισμικό λήψης αποφάσεων μέσα από αναλύσεις και κανόνες συσχέτισης...	6
4. Κατάλογος όρων και συντομογραφιών.....	Error! Bookmark not defined.



1. Περίληψη έργου

Ο σκοπός του παρόντος έργου είναι η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος με στόχο την βέλτιστη τοποθέτηση εμπορευματοκιβωτίων σε μεγάλους βιομηχανικούς χώρους. Για την επίτευξη του αρχικά, θα δημιουργηθεί μία κεντρική σχεσιακή βάση δεδομένων η οποία θα ενοποιεί δεδομένα από διαφορετικές πηγές και χρονικές στιγμές, της επιχείρησης. Έπειτα, θα γίνει καθορισμός των απαιτήσεων και μεθόδων για την ανάλυση των δεδομένων της βάσης μέσω της σκιαγράφησης ενός γενικότερου προτύπου εκτέλεσης όλων των διαδικασιών παραγωγής. Η αποθήκη δεδομένων (warehouse), θα λειτουργήσει ως βάση για την ανάπτυξη και εφαρμογή αλγορίθμων που έχουν ως στόχο την εξαγωγή και παρουσίαση Business Analytics υπό μορφή γραφημάτων, πινάκων και δεικτών.

Ακολούθως, θα πραγματοποιηθούν δοκιμαστικές πτήσεις των ειδικών για το έργο ΣμηΕΑ, πρωτίστως για την διαμόρφωσή τους και εν συνεχεία για την καταγραφή της θέσης και της διαθέσιμης ποσότητας του κάθε προϊόντος. Με βάση τα δεδομένα αυτά, θα αναπτυχθούν υπολογιστικές μέθοδοι οι οποίες θα είναι σε θέση να εντοπίζουν το ζητούμενο προϊόν και να υπολογίζουν την διαθεσιμότητά του. Σύμφωνα με τα δεδομένα αυτά, αλλά και με χρήση business analytics, προκύπτουν συμπεράσματα σχετικά με την ζήτηση και την αναγκαία επάρκεια των προϊόντων.

Στη συνέχεια θα αναπτυχθεί μία ειδική μέθοδος βελτιστοποίησης η οποία με δεδομένα όλα τα παραπάνω στοχεύει στην βέλτιστη τοποθέτηση των παραγόμενων προϊόντων στην αποθήκη με βάση συγκεκριμένες προδιαγραφές.

Τέλος, θα αναπτυχθεί ολοκληρωμένο πληροφοριακό σύστημα το οποίο θα εκτελεί αυτόματη καταμέτρηση της αποθήκης και θα προτείνει την βέλτιστη τοποθέτηση προϊόντων βάση προδιαγραφών που θα δίνονται από τον χρήστη. Το σύστημα αυτό, γίνεται πράξη μέσω της ανάπτυξης ολοκληρωμένης πλατφόρμας αλλά και εφαρμογής για έξυπνες κινητές συσκευές, με τη βοήθεια της οποίας οι εργαζόμενοι της επιχείρησης θα μπορούν να έχουν εικόνα της αποθήκης προϊόντων κάθε στιγμή καθώς και την δυνατότητα μετάδοσης της εικόνας αυτής μεταξύ συνεργατών μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή κινητής τηλεφωνίας για την επίτευξη της καλύτερης δυνατής επικοινωνίας και συνεργασίας αυτών.

Το έργο λοιπόν, υποβοηθώντας στη διαδικασία λήψης αποφάσεων, θα συνδράμει σημαντικά στη μείωση των εξόδων της εταιρίας, θα μειώσει τον φόρτο εργασίας των εργαζομένων απαλλάσσοντάς τους από τετριμμένες διαδικασίες και θα καταστήσει την επιχείρηση ιδιαίτερα ανταγωνιστική στον χώρο της παραγωγής. Επιπρόσθετα, η αξία ενός τέτοιου προϊόντος δεν περιορίζεται μόνο στο λειτουργικό του κομμάτι αλλά εστιάζεται και στο εμπορικό, καθιστώντας την επιχείρηση που το διαθέτει άκρως ανταγωνιστική στην αγορά εργασίας, καθώς μία τέτοια εφαρμογή προσδίδει υπεραξία στην επιχείρηση αν επιλεγεί η εμπορική της εκμετάλλευσή της.

Το έργο αποτελείται από έξι επιμέρους ενότητες εργασίας, η ολοκλήρωση των οποίων θα οδηγήσει στην επίτευξη του έργου. Οι ενότητες αυτές είναι:

- ΕΕ1 Σχεδίαση υλοποίησης έργου
- ΕΕ2 Ανάπτυξη μεθόδων και συστημάτων οργάνωσης δεδομένων



- ΕΕ3 Ανάπτυξη μεθόδων αυτόματης καταμέτρησης και βέλτιστης τοποθέτησης βιομηχανικών προϊόντων
- ΕΕ4 Ανάπτυξη διαδικτυακής πλατφόρμας και εφαρμογής σε έξυπνες κινητές συσκευές
- ΕΕ5 Πιλοτική λειτουργία και αξιολόγηση ολοκληρωμένου συστήματος
- ΕΕ6 Υποστήριξη έργου

2. Περίληψη Ενότητας Εργασίας 2 (ΕΕ2)

Βιομηχανική έρευνα στην ανάπτυξη μεθόδων για την οργάνωση δεδομένων (ΔΙ.ΠΑ.Ε.)

Κατά την διάρκεια της Ενότητας Εργασίας 2, πρόκειται να συλλεχθούν δεδομένα από διάφορες πηγές της επιχείρησης και αφού οργανωθούν θα ενταχθούν σε πίνακες δημιουργώντας ένα είδος σχήματος χιονονιφάδας. Αυτό το πολυδιάστατο μοντέλο δεδομένων θα απεικονίζει τα δεδομένα ως κύβους και θα αναπτυχθεί σε δύο βασικές κατηγορίες πινάκων: πίνακες διαστάσεων και πίνακες γεγονότων. Οι πίνακες διαστάσεων θα περιέχουν πληροφορίες για τις διαστάσεις του κύβου, ενώ οι πίνακες γεγονότων θα περιλαμβάνουν τα πραγματικά δεδομένα με ξένα κλειδιά προς τους σχετιζόμενους πίνακες διαστάσεων.

Παράλληλα, θα αναπτυχθεί ένα σύστημα καταγραφής της πρώτης ύλης κατά τη διαδικασία παραγωγής προϊόντων. Αυτό το σύστημα θα δώσει τη δυνατότητα να παρακολουθείται η ροή των πρώτων υλών και να εφαρμόζονται αναλύσεις για τη βελτίωση της παραγωγικής διαδικασίας.

Τέλος, θα αναπτυχθούν ειδικά προγράμματα σε ελεύθερο λογισμικό, όπως τη γλώσσα προγραμματισμού Python. Αυτά τα προγράμματα θα εφαρμόζουν τις μεθόδους ανάλυσης δεδομένων και κανόνων συσχέτισης και θα ενσωματώνονται στις τεχνολογίες που θα χρησιμοποιηθούν για την υλοποίηση της πλατφόρμας.

Με αυτόν τον τρόπο, θα δημιουργηθεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα που θα βοηθήσει στην ανάλυση και τη λήψη αποφάσεων βασιζόμενες σε δεδομένα, ενισχύοντας την αποτελεσματικότητα της επιχείρησής.

Παραδοτέα:

- Π2.1 Τεχνική αναφορά μοντέλου αποθήκης δεδομένων
- Π2.2 Μέθοδος ανάλυσης δεδομένων και κανόνων συσχέτισης
- Π2.3 Πρόγραμμα σε ελεύθερο λογισμικό (π.χ. Python) ανάλυσης δεδομένων και κανόνων συσχέτισης
- Π2.4 Πρόγραμμα σε ελεύθερο λογισμικό (π.χ. Python) λήψης αποφάσεων μέσα από αναλύσεις και κανόνες συσχέτισης.

3. Πρόγραμμα σε ελεύθερο λογισμικό λήψης αποφάσεων μέσα από αναλύσεις και κανόνες συσχέτισης

Παρακάτω παρουσιάζεται αναλυτικά ο κώδικας που χρησιμοποιήθηκε σε γλώσσα Python, για την λήψη αποφάσεων:

```
from apriori_python import apriori
import mysql.connector

# -----
# Prepare transaction from db data
# -----
def create_transactions(db):
    scursor = db.cursor()
    sql = f'''
        SELECT
            group_concat(product.categoryId)
        FROM
            sale,
            product
        WHERE
            sale.productId = product.id AND
            product.groupId in (1,2,8)
        GROUP BY
            sale.invoiceNumber
    '''
    print('Generating transactions...')
    scursor.execute(sql)
    rows = scursor.fetchall()
    print(f'Total transactions: {len(rows)}')
    scursor.close()
    return rows

# -----
# PARAMETERS
# -----

# support threshold
minsup = 0.4

# confidence threshold
minconf = 0.9

# Database connection params
con = {
    'host': 'localhost',
```

```
'user': 'root',
'password': '',
'database': 'nektar'
}

# -----
# PREPARE TRANSACTIONS
# -----
db = mysql.connector.connect(
    host = con['host'],
    user=con['user'],
    password=con['password'],
    database=con['database']
)
transactions = create_transactions(db)
trlist = []
for tr in transactions:
    trlist.append(tr[0].split(','))

# -----
# APPLY APRIORY ALGORYTHM
# -----
print('Executing apriori algorythm...')
freqItemSet, rules = apriori(trlist, minSup=minsup, minConf=minconf)

print(rules)
```

4. Ανάλυση Κώδικα Python

Εισαγωγή

Ο κώδικας υλοποιεί τον αλγόριθμο **Apriori** για την εξόρυξη κανόνων συσχέτισης από δεδομένα πωλήσεων αποθηκευμένα σε μια βάση **MySQL**. Ο αλγόριθμος χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό προϊόντων που συχνά αγοράζονται μαζί, βοηθώντας στην ανάλυση αγοραστικών μοτίβων.

Προετοιμασία Δοσοληψιών από τη Βάση Δεδομένων

Η συνάρτηση `create_transactions(db)` δημιουργεί λίστες συναλλαγών από τα δεδομένα της βάσης MySQL.

- Συνδέεται με τη βάση δεδομένων και εκτελεί το παρακάτω SQL ερώτημα:
 - ο Ανακτά τις **κατηγορίες προϊόντων** (`categoryId`) από τις πωλήσεις (`sale`) που αντιστοιχούν σε ομάδες προϊόντων **(1,2,8)**.



- ο Ομαδοποιεί τις κατηγορίες προϊόντων με βάση το **invoiceNumber**, ώστε κάθε συναλλαγή να περιέχει μια λίστα από `categoryId`.
- Επιστρέφει μια λίστα δοσοληψιών, όπου κάθε στοιχείο περιέχει τις κατηγορίες προϊόντων που αγοράστηκαν μαζί.

Ορισμός Παραμέτρων

Πριν την εκτέλεση του αλγορίθμου, ορίζονται:

- **Κατώφλι υποστήριξης ($\text{minsup} = 0.4$):** Ένα στοιχειοσύνολο θεωρείται συχνό αν εμφανίζεται στο **40%** των συναλλαγών.
- **Κατώφλι εμπιστοσύνης ($\text{minconf} = 0.9$):** Ένας κανόνας θεωρείται έγκυρος αν η εμπιστοσύνη του είναι **90%** ή περισσότερο.
- **Στοιχεία σύνδεσης με τη βάση MySQL** (`host, user, password, database`).

Προετοιμασία Δεδομένων για τον Apriori

- Συνδέεται με τη βάση δεδομένων MySQL.
- Εκτελεί την `create_transactions(db)` για να λάβει τις συναλλαγές από τη βάση.
- Δημιουργεί μια λίστα `trlist`, μετατρέποντας τα `categoryId` από αλφαριθμητική συμβολοσειρά σε λίστα αριθμών για χρήση στον αλγόριθμο **Apriori**.

Εφαρμογή του Αλγορίθμου Apriori

- Ο αλγόριθμος `apriori(trlist, minSup=minsup, minConf=minconf)`:
 - Εξάγει **συχνά στοιχειοσύνολα** (`frequent itemsets`) που εμφανίζονται σε τουλάχιστον **40%** των συναλλαγών.
 - Δημιουργεί **κανόνες συσχέτισης** με εμπιστοσύνη τουλάχιστον **90%**.
- Οι παραγόμενοι κανόνες εκτυπώνονται στο τερματικό.

Σύνοψη

Ο κώδικας:

- Εξάγει συναλλαγές από τη βάση δεδομένων και μετατρέπει τα προϊόντα σε λίστες κατηγοριών.
- Εφαρμόζει τον αλγόριθμο Apriori για να βρει κανόνες συσχέτισης μεταξύ προϊόντων.



- Παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για **βελτιστοποίηση πωλήσεων** και **marketing στρατηγικές** μέσω της ανακάλυψης σχέσεων μεταξύ προϊόντων που αγοράζονται μαζί.

5. Κατάλογος όρων και συντομογραφιών

ΣμηΕΑ	Συστήματα μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών
ΔΙ.ΠΑ.Ε.	Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος
ΠΑ.Δ.Α.	Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
Δ.Ε.Π.	Διδακτικό Ερευνητικό Προσωπικό
Ε.ΔΙ.Π.	Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό
Α.Ε.Ι.	Ανώτατο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα
Δ.Ο.Α.Τ.Α.Π.	Διεπιστημονικός Οργανισμός Αναγνώρισης Τίτλων Ακαδημαϊκών και Πληροφόρησης