**Πρόβλεψη της εξέλιξης των κρουσμάτων του 3ου κύματος του κορωνοϊού**

Ατσαλάκης Γεώργιος Αναπληρωτής Καθηγητής Πολυτεχνείου Κρήτης

Τσούμπρης Βασίλειος Ερευνητής, Απόφοιτος Π.Κ.

Εργαστήριο Ανάλυσης Δεδομένων & Πρόβλεψης

Στη διάχυση των νέων δραστικών (disruptive) τεχνολογιών, γίνεται συχνή χρήση αλγορίθμων σιγμοειδών καμπυλών και καμπυλών του κύκλου ζωής, ώστε να απεικονιστεί η πορεία διάδοσης της τεχνολογίας. Η εξάπλωση των ασθενειών προσομοιάζει με την διάδοση των νέων τεχνολογιών καθώς υπάρχουν κοινά χαρακτηριστικά στον μηχανισμό διάδοσης τους. Διακρίνουμε τρείς ομοιότητες του μηχανισμού διάδοσης:

Α) Μια ασθένεια και μια νέα τεχνολογία ακολουθούν την ίδια τροχιά εξέλιξης. Στο αρχικό στάδιο, ένας μικρός αριθμός κρουσμάτων μεταφέρει τον ιό τυχαία και μετά διαδίδεται ευρέως. Μια νέα δραστική τεχνολογία ξεκινά με μερικούς αρχικούς χρήστες και στην συνέχεια διαδίδεται σε περισσότερους, καθώς γίνεται ολοένα και πιο γνωστή η χρήση της.

Β) Η δραστική τεχνολογία διαδίδεται μέσω άμεσης και έμμεσης ροής της πληροφορίας για να προσελκυστούν νέοι χρήστες. Η ασθένεια μπορεί να διαδοθεί μέσα από δυο κανάλια: α) άμεση κατευθείαν διάδοση από τους φορείς του ιού και β) έμμεσα από την αιώρηση του ιού στο περιβάλλον.

Γ) Η διάδοση μιας ασθένειας και μιας δραστικής τεχνολογίας ακολουθούν την ίδια διαδικασία διάχυσης. Και οι δύο ξεκινούν αργά, ακολουθούν εκθετική αύξηση στο αρχικό στάδιο ανάπτυξης. Στη συνέχεια και οι δύο, ακολουθούν μια ραγδαία τάση ανάπτυξης, καταλαμβάνουν τον στόχο-χώρο τους, κορυφώνονται, και μετά υποχωρούν σταδιακά μέχρι που φθάνουν σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Οι μεν ασθένειες δημιουργούν δραματική αναστάτωση στον πληθυσμό, η δε δραστική τεχνολογία δημιουργεί ριζική αναστάτωση στην αγορά που εισβάλει. Η εμφάνιση πολλαπλών κυμάτων προσμοιάζει με την εμφάνιση πολλαπλών νέων τεχνολογιών.

Οπότε η χρήση μοντέλων και αλγορίθμων διάχυσης των δραστικών τεχνολογιών που έχουν ικανοποιητικά αποτελέσματα πρόβλεψης μπορούν να χρησιμοποιηθούν με επιτυχία και για την πρόβλεψη της εξάπλωσης μιας ασθένειας, ενός ιού. Φυσικά μπορεί να γίνει και το αντίστροφο.

Η νίκη στη μάχη εναντίον μιας ασθένειας, όπως έχουν δείξει πολλές επιστημονικές μελέτες, είναι μια σταδιακή διαδικασία που εξελίσσεται πάνω σε μια καμπανοειδή ή σιγμοειδή καμπύλη. Από ιστορικά δεδομένα για το πρώτο μισό της ασθένειας μπορεί να προβλεφθεί το δεύτερο μισό. Επίσης ο κύκλος ζωής της ασθένειας είναι συμμετρικός, από το πρώτο μισό των κρουσμάτων μιας ασθένειας μπορεί να προβλεφθεί το άλλο μισό.

Συνήθως μια ασθένεια αρχίζει να υποχωρεί πολύ προτού τελειοποιηθεί και διαδοθεί η αντίστοιχη φαρμακευτική αγωγή ή εμβόλιο. Οι βασικοί λόγοι για να αρχίσει η υποχώρηση στην περίπτωση της covid-19 είναι η φυσιολογική αντίδραση της κοινωνίας με την λήψη μέτρων ατομικής προστασίας και μέτρων ανάσχεσης της εξάπλωσης του ιού. Οπότε, τα μέτρα που λαμβάνονται είναι μέρος μιας φυσιολογικής διαδικασίας που επιβαλλόταν να γίνει.

Μετά την επιτυχή χρήση τέτοιων μοντέλων που χρησιμοποιήσαμε για την πρόβλεψη του 1ου κύματος του περασμένου Μαρτίου και του 2ου κύματος του περασμένου Αυγούστου, αλλά και της εκθετικής αύξησης του 3ου κύματος τον Νοέμβριο, παρουσιάζουμε την πρόβλεψη της ραγδαίας ανάπτυξης, της κορυφής, της πορείας πτώσης και του τέλους του 3ου κύματος, η οποία πρόβλεψη πραγματοποιήθηκε τα Χριστούγεννα.



Σχήμα 1: Πρόβλεψη κρουσμάτων μέχρι τα Χριστούγεννα.

Αναλύοντας τα δεδομένα από αρχές Ιουνίου, τα οποία περιλαμβάνουν το 2ο και το 3ο κύμα, είναι δυνατό να εκτιμήσουμε τον χρόνο στον οποίο ο ιός θα επιβραδυνθεί και θα περιοριστεί σε πολύ ελάχιστα ημερήσια κρούσματα και η κοινωνία και η οικονομία θα ξαναγυρίσει σε σχεδόν κανονικούς ρυθμούς, παρόλο που θα χρειαστούν ορισμένα μέτρα να συνεχιστούν.

Στο σχήμα 1 απεικονίζεται η καμπανοειδή καμπύλη της εξέλιξης των κρουσμάτων του κορωνοϊού, η οποία υπολογίζεται από ένα αλγόριθμο, που επεξεργάζεται τον αριθμό των ημερήσιων κρουσμάτων. Τα δεδομένα επεξεργάστηκαν και απεικονίστηκαν κατά μήκος της καμπανοειδούς καμπύλης που τα ημερήσια δεδομένα δημιουργήσαν μέχρι τα Χριστούγεννα.

Το διάστημα μεταξύ αρχές Ιουνίου και μέσα Ιουλίου μπορεί να χαρακτηριστεί ως μία περίοδος επώασης του 2ου και μετέπειτα του & 3ου κύματος του ιού στον πληθυσμό της χώρας μας. Προς το τέλος του Αυγούστου παρατηρείται η κορυφή του 2ου κύματος (με την διακεκομμένη καμπύλη) και η κάμψη του μέχρι τα μέσα Σεπτεμβρίου. Η ολοκλήρωση του 2ου κύματος θα μπορούσε να είχε ακολουθήσει την κάτω διακεκομμένη καμπύλη εάν είχε υπάρξει επιτυχή διαχείριση της πανδημίας και τήρηση των μέτρων. Πριν την ολοκλήρωση του 2ου κύματος, περίπου μετά τα μέσα Σεπτεμβρίου η επιδημία, εισήλθε στην φάση απότομης αύξησης των καταγεγραμμένων κρουσμάτων, η οποία διήρκησε μέχρι τα μέσα Νοεμβρίου. Προς το τέλος Νοεμβρίου επήλθε η κορυφή και η έναρξη τη πτώσης της καμπύλης.



Σχήμα 2: Σύγκριση τα αρχικής πρόβλεψης έως τα Χριστούγεννα με τα πραγματικά κρούσματα μετά τα Χριστούγεννα.

Στο σχήμα 2 γίνεται σύγκριση τα αρχικής πρόβλεψης έως τα Χριστούγεννα με τα πραγματικά κρούσματα που εμφανίσθηκαν μετά τα Χριστούγεννα έως 26/01/2021. Με χρώμα πράσινο και με σχήμα ρόμβου απεικονίζονται τα κρούσματα μετά τα Χριστούγεννα. Αναμέναμε, τα κρούσματα να ακολουθήσουν την πτωτική πορεία της καμπύλης όπως είχε προβλεφθεί πριν τα Χριστούγεννα. Όμως, περίπου μετά το πρώτο δεκαπενθήμερο του Ιανουαρίου, τα κρούσματα δεν εισήλθαν στην φάση της σταθερής πτωτικής εξέλιξης, δηλαδή ο ρυθμός αύξησης των ημερήσιων κρουσμάτων δεν μειώθηκε σημαντικά ώστε να είναι στο κάτω μέρος της καμπύλης. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα στο τέλος του Απριλίου, τα ημερήσια καταγεγραμμένα κρούσματα να μην έχουν μειωθεί σε εξαιρετικά χαμηλά επίπεδα όπως προβλέπεται στην καμπύλη.

Για να εξελιχθεί η πανδημία σύμφωνα με την καμπύλη, είναι σημαντικό ο κάθε πολίτης να τηρεί τα μέτρα που έχουν ληφθεί, αλλά και οι αρχές να επανασχεδιάζουν τις ενέργειες τους με βάση τα εβδομαδιαία δεδομένα. Η μη τήρηση των μέτρων ενδέχεται να αφήσει ημιτελές το παρόν 3ο κύμα και να διαμορφωθούν οι συνθήκες για ακόμα ένα νέο κύμα κυρίως μετά την σταδιακή άρση του απαγορευτικού.

Η παραπάνω καμπύλη απεικονίζει την επιβράβευση των προσπαθειών της κοινωνίας για την ανάσχεση της εξάπλωσης του ιού. Αποτελεί ένα «μονοπάτι» ή ένα «οδηγό» που θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αξιολογηθεί η αποδοτικότητα των μέτρων αντιμετώπισης της πανδημίας και η αποτελεσματικότητα της προσπάθειας που καταβάλουν οι πολίτες: όσο ο αριθμός των ημερήσιων κρουσμάτων θα ακολουθεί την τροχιά της συνεχούς καμπύλης (είτε κάτω ή πολύ κοντά στην καμπύλη), τόσο πιο επιτυχή θα είναι η αντιμετώπιση της πανδημίας.