Εισαγωγή στο LaTeX

Ζαχαρούλα Καλογηράτου

12/03/2021

1 Εισαγωγή

Στο αρχείο αυτό θα βρείτε πρόχειρες σημειώσεις πάνω στη συγγραφή μαθηματικού κειμένου με το LaTeX από το σεμινάριο που οργανώθηκε από το IEEE Student Branch του Τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας τον Μάρτιο 2021.

Το LaTeX είναι ένα σύστημα συγγραφής κειμένων βασισμένο στο πρόγραμμα στοιχειοθεσίας TeX που αναπτύχθηκε από τον Donald E. Knuth το 1977. O Donald E. Knuth είναι ομότιμος καθηγητής του Πανεπιστημίου του Stanford, διακεκριμένος μαθηματικός και επιστήμονας πληροφορικής που τιμήθηκε το 1974 με το ACM Turing Award (αντίστοιχο του βραβείου Nobel στην επιστήμη των υπολογιστών). Ανέπτυξε το TeXTeX για να στοιχειοθετήσει το μνημειώδες έργο του *The Art of Computer Programming* .

Το LaTeX γράφτηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1980 από τον Leslie Lamport και χρησιμοποιείται δωρεάν. O Leslie Lamport είναι διακεκριμένος επιστήμονας πληροφορικής που τιμήθηκε και αυτός με το ACM Turing Award το 2013 για τη δουλειά του στα κατανεμημένα συστήματα.

Το LaTeX προφέρεται ως λάτεχ και οι χαρακτήρες T, E, X στο όνομα προέρχονται από τα κεφαλαία ελληνικά γράμματα τ, ε, χ, τα οποία παραπέμπουν στην ελληνική λέξη **τέχνη** (TEXνη). Για το λόγο αυτό, ο δημιουργός του TeX, προωθεί την προφορά του ως *τεχ* και όχι ως *τεξ* ή *τεκ*.

Για το αρχείο που θα φτιάξουμε θα χρησιμοποιήσουμε το αρχείο τύπου article με τις αρχικές εντολές που φαίνονται παρακάτω:

```
\documentclass{article}
\usepackage[english,greek]{babel}
\usepackage[iso-8859-7]{inputenc}
\usepackage{color}
\usepackage{amsmath}
\usepackage{amssymb}
\newcommand{\sg}{\selectlanguage{greek}}
\newcommand{\sa}{\selectlanguage{english}}
\title{}
```

```
\author{}
\date{}
\begin{document}
\maketitle
```

2 Βασικές εντολές για μαθηματικά

Με το LaTeX μπορούμε να γράψουμε εύκολα μαθηματικό κείμενο. Μπορούμε να γράψουμε την δευτεροβάθμια εξίσωση $x^2 + 2x + 3 = 0$ βάζουμε το μαθηματικό κείμενο μέσα σε δολάρια όπως φαίνεται:

```
$x^2+2x+3 = 0$
```

ή μπορούμε να τη γράψουμε χωριστά μέσα στο κείμενο

$$x^2 + 2x + 3 = 0$$

χρησιμοποιώντας διπλά δολάρια

```
$$x^2+2x+3 = 0$$
```

Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το περιβάλλον (environment) equation

$$x^2 + 2x + 3 = 0 \tag{1}$$

```
\begin{equation}
x^2 + 2 x + 3 = 0
\end{equation}
```

βλέπουμε ότι εμφανίζεται ο αριθμός (1) που μας δείχνει τη σειρά της εξίσωσης. Αν δεν θέλουμε να εμφανίζεται ο αριθμός βάζουμε τα αστεράκια μετά το equation

$$x^2 + 2x + 3 = 0.$$

```
\begin{equation*}
x^2 + 2 x + 3 = 0
\end{equation*}
```

Αν θέλουμε μετά να αναφερθούμε στην εξίσωση αυτή αργότερα στο ίδιο ή άλλο κεφάλαιο της δίνουμε μια ετικέτα \label όπως φαίνεται παρακάτω

$$\alpha x^2 + \beta x + \gamma = 0 \tag{2}$$

```
\begin{equation}\label{sec_ord}
\alpha  x^2 + \beta x + \gamma = 0
\end{equation}
```

στη συνέχεια αναφερόμαστε σε αυτήν με την εντολή \ref, π.χ. η (;;) είναι δευτεροβάθμια εξίσωση.
Όλες οι εντολές του TEXξεκινούν με την ανάποδη κάθετο \ όπως είδαμε στις εντολές \ref και \label Για να βάλουμε κάτι στον εκθέτη χρησιμοποιούμε το σύμβολο ύψωσης σε δύναλη (στο πληκτρολόγιο πάνω από τον αριθμό 6), για δείκτη χρησιμοποιούμε την κάτω παύλα. Αν έχουμε περισσότερους από έναν χαρακτήρες πρέπει να τους βάλουμε μέσα σε άγγιστρα.

```
x^2,\quad x^{a+b}, \quad y_1, \quad a_{23}
```

$$x^2,\quad x^{a+b}, \quad y_1, \quad a_{23}$$

Παρατηρήστε τι συμβαίνει αν γράψουμε:

```
x^a+b, \quad  a_23
```

Παρατηρήστε ότι χρησιμοποιήθηκε η εντολή quad με την οποία αφήνουμε μεταξύ δύο χαρακτήρων μεγαλύτερο χώρο. Δείτε το ακόλουθο παράγειγμα για μικρότερο ή μεγαλύτερο κενό

```
 x^2 \; y \quad z    \qquad a_{ij}
```

$$x^2 \; y \quad z \qquad a_{ij}$$

Για να αφήσουμε κενό συγκεκριμένου μήκους μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την εντολή hspace{} μέσα στα άγγιστρα γράφουμε το ακριβές μήκος

```
x^2  \quad z   \hspace{5mm} a_{ij} \hspace{2cm} a^2+b^2
```

$$x^2 \quad z \hspace{5mm} a_{ij} \hspace{2cm} a^2+b^2$$

Στο παραπάνω παράδειγμα χρησιμοποιήσαμε και ελληνικούς χαρακτήρες μέσα στο μαθηματικό κείμενο αυτούς τους παίρνουμε γράφοντας τα ελληνικά γράμματα όπως φαίνονται στον Πίνακα.

α	alpha	ι	iota	ρ	tho	Γ	Gamma	Φ	Phi
β	beta	κ	kappa	σ	sigma	Δ	Delta	Ψ	Psi
γ	gamma	λ	lambda	τ	tau	Θ	Theta	Ω	Omega
δ	delta	μ	mu	υ	upsilon	Λ	Lambda	ε	varepsilon
ϵ	epsilon	ν	nu	ϕ	phi	Ξ	Xi	φ	varphi
ζ	zeta	ξ	xi	χ	chi	Π	Pi	ϖ	varpi
η	eta	o	o	ψ	psi	Σ	Sigma	ϱ	varrho
θ	theta	π	pi	ω	omega	Υ	Upsilon	ϱ	varrho

Συνεχίζουμε τα παραδείγματα μας για τη συγγραφή μαθηματικού κειμένου με τη δευτεροβάθμια εξίσωση (;;). Για να την λύσουμε υπολογίζουμε τη διακρίνουσα που είναι:

$$\Delta = \beta^2 - 4\alpha\gamma \tag{3}$$

τότε οι λύσεις της είναι

```
\Delta = \beta^2 - 4 \alpha \gamma
```

$$x_{1,2} = \frac{-\beta \pm \sqrt{\Delta}}{2\alpha} \tag{4}$$

```
x_{1,2} = \frac{-\beta \pm \sqrt{\Delta}}{2 \alpha}
```

Εδώ βλέπουμε πως δημιουργείται το κλάσμα με την εντολή

\frac{αριθμητής}{παρονομαστής}

και η ρίζα με την εντολή sqrt. Άλλα παραδείγματα είναι τα εξής:

$$\frac{a+b}{2}, \quad \frac{1+\frac{1}{x}}{1-\frac{1}{x}}, \quad \sqrt{2}, \quad \sqrt{a+\sqrt{b}}, \quad \sqrt[3]{8}=2$$

```
\frac{a+b}{2}, \quad \frac{1+\frac{1}{x}}{1-\frac{1}{x}},\quad
\sqrt{2}, \quad \sqrt{a+\sqrt{b}},\quad \sqrt[3]{8}=2
```

Παρατηρήστε τα ακόλουθα

$$1+2+3+\cdots+n, \qquad x_1, x_2, \ldots, x_n$$

σχετικά με τις τρεις τελείες έχουμε τις ακόλουθες επιλογές:

- \cdots οριζόντιες τελείες στοιχισμένες στο κέντρο
- \ldots οριζόντιες τελείες στοιχισμένες κάτω
- \vdots κατακόρυφες τελείες
- \ddots διαγώνιες τελείες

Το \cdot εμφανίζει μια τελεία το σύμβολο του πολλαπλασιασμού.

```
1+2+3+\cdots+n,\quad x_1,x_2,\ldots,x_n
```

Άλλα παραδείγματα:

$$1+\frac{1}{2}+\frac{1}{4}+\frac{1}{8}+\frac{1}{16}+\cdots=2$$
$$1+\frac{1}{1!}+\frac{1}{2!}+\frac{1}{3!}+\frac{1}{4!}+\cdots=e$$
$$x_1^2+x_2^2+\cdots+x_n^2=\sum_{i=1}^{n} x_i^2$$

Στο τελευταίο παράδειγμα βλέπουμε τον συμβολισμό αθροίσματος που παίρνουμε με την εντολή sum

\sum{από}{έως}

`x_1^2+x_2^2+\cdots +x_n^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2`

Με όμοιο τρόπο παίρνουμε και το ορισμένο ολοκλήρωμα

\int{από}{έως}

παραδείγματα

$$\sum_{k=1}^{n} x_k + y_k, \quad \int_{a}^{b} x^2 dx = \frac{x^3}{3}$$

`\sum_{k=1}^{n} x_k + y_k, \quad \int_{a}^{b} x^2 dx = \frac{x^3}{3}`

Παρακάτω γράφουμε ένα όριο

$$\lim_{n\rightarrow \infty} \left(1+\frac{1}{n}\right)^n = e$$

εδώ βλέπουμε και τη τη χρήση των \left(και \right) με τις οποίες το μέγεθος της παρένθεσης προσαρμόζεται στο μέγεθος του περιέχόμενου.

`\lim_{n\rightarrow \infty} \left(1+\frac{1}{n}\right)^n = e`

Επίσης βλέπουμε το βέλος \rightarrow . Άλλα βέλη παίρνουμε με τις εντολές

```
\rightarrow, \Rightarrow, \leftarrow,
\Leftarrow, \leftrightarrow, \Leftrightarrow
```

$$\rightarrow, \quad \Rightarrow \quad \leftarrow, \quad \Leftarrow, \quad \leftrightarrow, \quad \Leftrightarrow$$

Οι τελεστές σύγκρισης

$$\leq, \quad \geq, \quad \approx, \quad \equiv$$

εμφανίζονται με τις εντολές \leq, \geq, \approx, \equiv .

3 Περιβάλλοντα itemize, enumerate, description

Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το περιβάλλον \itemize για να διακρίνουμε περιπτώσεις για τη διακρίνουσα

- $\Delta > 0$ δύο ρίζες $x_1 \neq x_2$
- $\Delta = 0$ διπλή ρίζα
- $\Delta < 0$ η εξίσωση δεν έχει λύση στους πραγματικούς αριθμούς

Ένα άλλο περιβάλλον που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε είναι το \description .

$\Delta > 0$ δύο ρίζες $x_1 \neq x_2$

$\Delta = 0$ διπλή ρίζα

$\Delta < 0$ η εξίσωση δεν έχει λύση στους πραγματικούς αριθμούς

Αλλά και το περιβάλλον \enumerate

1. $\Delta > 0$ δύο ρίζες $x_1 \neq x_2$
2. $\Delta = 0$ διπλή ρίζα
3. $\Delta < 0$ η εξίσωση δεν έχει λύση στους πραγματικούς αριθμούς

4 Περιβάλλον eqnarray

Αν έχουμε περισσότερες από μία εξισώσεις που θέλουμε να τις στοιχίσουμε χρησιμοποιούμε τον περοβάλλον equation array (\eqnarray) και τους στηλοθέτες & δείτε το ακόλουθο παράδειγμα

```
\begin{eqnarray*}
x + y +3 z & = & 0\\
x-2 y -z & = & 8\\
x-4 z & = & 10
\end{eqnarray*}
```

το οποίο έχει το αποτέλεσμα

$$\begin{aligned} x+y+3z &= 0 \\ x-2y-z &= 8 \\ x-4z &= 10 \end{aligned}$$

και πάλι χρησιμοποιούμε το * για να μην εμφανισθεί αρίθμηση και την εντολή \nonumber για να μην αριθμήσουμε κάποιες από τις εξισώσεις, δοκιμάστε το ακόλουθο

```
\begin{eqnarray}
x + y +3 z & = & 0 \nonumber\\
x-2 y -z & = & 8\\
x-4 z & = & 10 \nonumber
\end{eqnarray}
```

5 Πίνακες περιβάλλον array

Με το περιβάλλον array μπορούμε να δημιουργήσουμε πίνακες. Για να δημιουργήσουμε τον πίνακα

$$A = \left(\begin{array}{rrr} 7 & 8 & 5\\ 0 & -5 & 11\\ 6 & 7 & 16 \end{array}\right)$$

γράφουμε

```
\begin{displaymath}
A=\left(\begin{array}{rrr}
7 & 8 & 5\\
0 & -5 & 11\\
6 & 7 & 16
\end{array}\right)
\end{displaymath}
```

ξεκινάμε με \begin{array} και τελειώνουμε με \end{array} , δίπλα στο \begin{array} μέσα σε άγγιστρα βάζουμε r, l, c τόσες φορές όσες είναι οι στήλες για να στοιχίσουμε δεξιά, αριστερά ή στο κέντρο αντίστοιχα. Εδώ χρησιμοποιήσαμε {rrr} γιατί έχουμε τρεις στήλες και θέλουμε να στοιχίσουμε στα δεξιά.
Άλλα παραδείγματα πινάκων

$$A = \left(\begin{array}{rrr} a_{11} & a_{12} & a_{13}\\ a_{21} & a_{22} & a_{23}\\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{array}\right), \quad B = \left(\begin{array}{ccc} x & x+1 & x+2\\ a & b & a+b\\ \sqrt{2} & x-3 & a+b+c \end{array}\right)$$

```
A=\left(\begin{array}{rrr}
a_{11} & a_{12} & a_{13}\\
a_{21} & a_{22} & a_{23}\\
a_{31} & a_{32} & a_{33}
\end{array}\right)
```

και

```
B=\left(\begin{array}{ccc}
x & x+1 & x+2\\
a & b & a+b\\
\sqrt{2} & x-3 & a+b+c
\end{array}
\right)
```

Στο επόμενο παράδειγμα δείχνουμε τον υπολογισμό μιας ορίζουσας 3×3 με ανάπτυξη ως προς την πρώτη στήλη

$$A=\left|\begin{array}{rrr}
a_{11} & a_{12} & a_{13}\\
a_{21} & a_{22} & a_{23}\\
a_{31} & a_{32} & a_{33}
\end{array}\right|=
a_{11} \left| \begin{array}{rr}
a_{22} & a_{23}\\
a_{32} & a_{33}
\end{array}\right|-
a_{21} \left|\begin{array}{rr}
a_{12} & a_{13}\\
a_{32} & a_{33}
\end{array}\right|
+a_{31} \left|\begin{array}{rr}
a_{12} & a_{13}\\
a_{22} & a_{23}
\end{array}\right|$$

```
A=\left|\begin{array}{rrr}
a_{11} & a_{12} & a_{13}\\
a_{21} & a_{22} & a_{23}\\
a_{31} & a_{32} & a_{33}
\end{array}\right|=
a_{11} \left| \begin{array}{rr}
 a_{22} & a_{23}\\
 a_{32} & a_{33}
\end{array}\right|-
a_{21} \left|\begin{array}{rr}
 a_{12} & a_{13}\\
 a_{32} & a_{33}
\end{array}\right|
+a_{31} \left|\begin{array}{rr}
 a_{12} & a_{13}\\
 a_{22} & a_{23}
\end{array}\right|
```

Δείτε τη χρήση των dots στο ακόλουθο παράδειγμα:

$$A=\left(\begin{array}{rrrr}
a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n}\\
a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n}\\
\vdots & \vdots & \ddots & \vdots\\
a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn}
\end{array}\right)$$

```
A=\left(\begin{array}{rrrr}
a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n}\\
a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n}\\
\vdots & \vdots & \ddots & \vdots\\
a_{n1} & a_{n2} & \cdots &a_{nn}
\end{array}\right)
```

Ένα γραμμικό σύστημα

$$A=\left(\begin{array}{rrrr}
a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n}\\
a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n}\\
\vdots & \vdots & \ddots & \vdots\\
a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn}
\end{array}\right),\;
\left(\begin{array}{r} x_1\\x_2\\ \vdots \\x_n\end{array}\right)\;=\;
\left(\begin{array}{r} b_1\\b_2\\ \vdots \\b_n\end{array}\right)$$

```
A=\left(\begin{array}{rrrr}
a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n}\\
a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n}\\
\vdots & \vdots & \ddots & \vdots\\
a_{n1} & a_{n2} & \cdots &a_{nn}
\end{array}\right),\;
\left(\begin{array}{r} x_1\\x_2\\ \vdots \\x_n\end{array}\right)\;=\;
\left(\begin{array}{r} b_1\\b_2\\ \vdots \\b_n\end{array}\right)
```