

Matematički softver

Programski paket *Mathematica*

Postoje dve klase softverskih paketa za rešavanje matematičkih problema: programi zasnovani na simboličkom rešavanju i programi zasnovani na numeričkom rešavanju problema. Tipičan predstavnik prve klase programa je *Mathematica*, a druge *MATLAB*.

Program *Mathematica* namenjen je rešavanju ozbiljnih matematičkih problema, Program je namenjen rešavanju kako jednostavnih tako i ozbiljnih matematičkih problema. Pomoću nje može da se izračuna komplikovani integral, rastavi polinom četvrtog stepena na činioce ili nacrtat grafik složene funkcije.

Tvorac ovoga programa Stiven Wolfram rođen je u Londonu 1959, doktorirao je teorijsku fiziku na čuvenom Caltechu. Osnovni Wolframov koncept zasnovan je na razvoju programskog jezika prilagođenog za manipulisanje matematičkim objektima svih mogućih vrsta.

Objekti mogu biti brojevi, funkcije, jednačine, nizovi, grafički i zvučni objekti i još mnogo toga. Informaciju obrađuje najvažniji, centralni deo programa, jezgro (*kernel*), tako što dejstvuje kao izvršilac komandi koje dobija neposredno od korisnika ili iz već napisanog programa. Jezgro komunicira sa korisnikom preko posrednika (*front end*), a on zavisi od operativnog sistema računara. Isto jezgro može raditi i na DOS i na MS Windows, MacOS, XWin, Unix ili Linux platformama. Posrednik prevodi i prosleđuje jezgru neposredne korisnikove komande ili napisani program, i prikazuje odgovore jezgra: crta grafičke objekte, ispisuje rezultate u obliku prihvatljivom za korisnika, komunicira sa štampačem ili zvučnom karticom. Veza između jezgra i posrednika ostvaruje se pomoću programa MathLink, a pored ovog neposrednog zadatka, omogućuje i pisanje drugih aplikacija sposobnih za komunikaciju s Matematikininim jezgrom

U jezgro *Mathematica*-e ugrađeni su mnogi osnovni algoritmi, postupci i funkcije (*built-in functions*). Sve ostale potrebne funkcije pisane su kao spoljašni programi (*add-on packages*). Standardni dodatni paketi isporučuju se uz Matematiku i obuhvataju mnoge matematičke teme: algebru, matematičku analizu, diskretnu matematiku, geometriju, grafiku, linearnu algebru, teoriju brojevu, numeričku matematiku, statistiku i druge. Biblioteka programa pisanih za *Mathematica*-u sve je veća i praktično nema oblasti matematike i njenih primena za koju ne postoji razvijen programski paket.

Rad s Matematikom odvija se u interaktivnim sesijama. One su organizovane u radni proctor koji se sastoji od niza ćelija (*cells*). Podaci razmenjeni između korisnika i jezgra čuvaju se u sveskama. Sveska (*notebook*) jeste ASCII datoteka sastavljena od ćelija koje mogu biti različitog tipa: ulazne, izlazne, izvršne, s tekstom, grafikom, zvukom i dr. *Mathematica* tretira sveske i ćelije unutar njih kao vrste objekata.

Matematika ima odlične mogućnosti za izvoz podataka i njihovu konverziju. Formule u sveskama se mogu ispisivati na razne načine i pretvarati u TeX, HTML ili MatML dokumente. Grafički objekti se primarno čuvaju u specijalno skraćenom PostScript obliku, a mogu se izvoziti u raznim grafičkim formatima, kako vektorskim (MetaFile) tako i tačkastim (Bitmap).

Simbolički i numerički proračuni

Osnovni koncept Matematike je simbolički račun sa objektima. Njene mnoge funkcije obuhvataju transformisanje i uprošćavanje algebarskih izraza, faktorizaciju celih brojeva i polinoma, diferenciranje i integraciju eksplicitno zadatih funkcija u simboličkom obliku, tačno rešavanje algebarskih i diferencijalnih jednačina. Možete da izračunavate granične vrednosti nizova i sume redova. U jezgro su ugrađene sve poznate specijalne funkcije: eliptičke, gama, beta, Matjeove, Vajerštrasove. Matematika računa i s velikim celim brojevima, tretirajući ih kao nizove. Ona izvodi numeričke proračune sa ogromnom tačnošću. U Matematiku su ugrađeni svi poznati numerički algoritmi za približno rešavanje algebarskih, transcendentnih i diferencijalnih jednačina.

Grafika

Grafičke mogućnosti programa su imponantne. Crtanje grafika funkcija jedne promenljive u ravni i funkcija dveju promenljivih u prostoru samo je mali deo tih mogućnosti. Grafički objekti se mogu sastavljati, tako da je moguće prikazivanje parametrizovanih površi deo po deo.

Moguće se i animacije grafičkih objekata. Matematika svoje grafike interno čuva u obliku elementarnih objekata - linija i poligona, a probleme biranja projekcije, vidljivosti i senčenja rešava prilikom crtanja (rendering), preko funkcija Show odnosno Display.

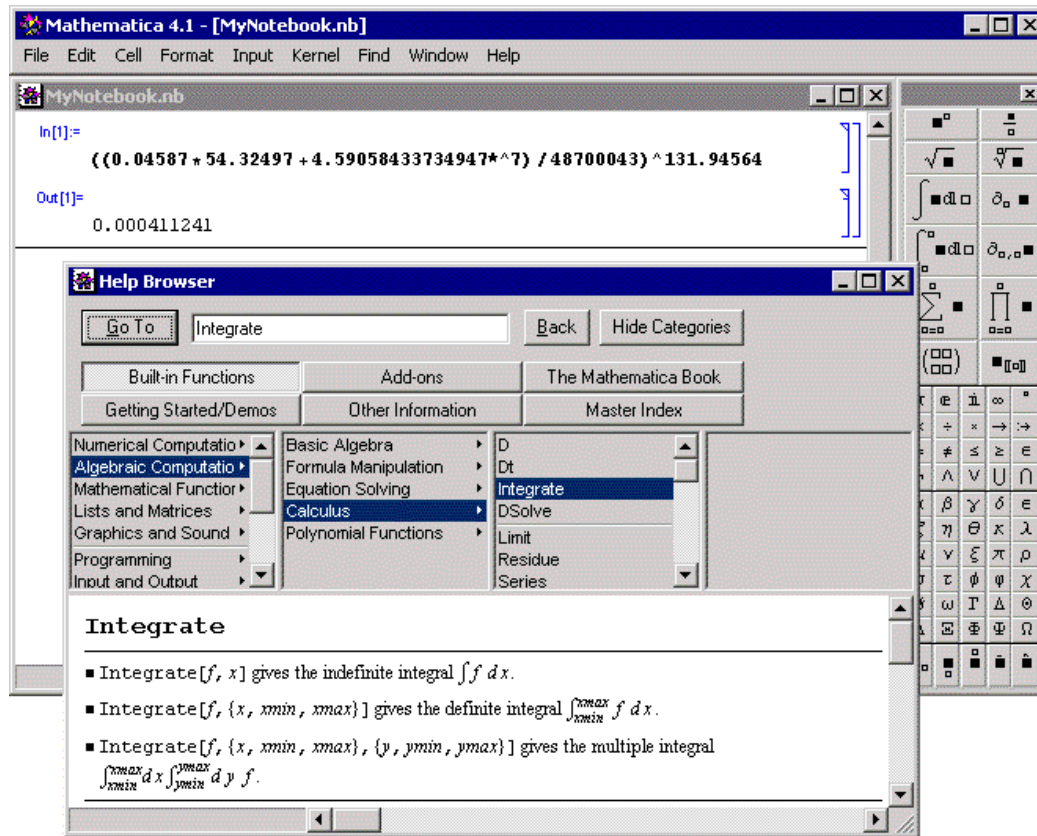
Novine u odnosu na prethodne verzije

Matematika nije mnogo menjala način komunikacije s korisnikom. Suštinski je menjano njeno jezgro, odnosno algoritmi koji se u jezgru koriste za rešavanje matematičkih problema. U svakoj novoj verziji primetno je ubrzanje rada jezgra u najrazličitijim situacijama. Pored pomenutog programa MathLink, verzija 4.1 sadrži i J/Link, program koji omogućuje vezu između Matematike i aplikacija pisanih u Javi

Na strani www.wolfram.com/guide/demo naći ćete prikaz široke lepeze mogućnosti programa, a na stranama [.../engineering](#), [.../finance](#), [.../statistics](#), [.../highered](#) (visoko obrazovanje), [.../precollege](#) (srednja škola), [.../biomed](#) (biomedicinske nauke) - specijalizovane informacije za korisnike iz navedenih disciplina.

U primerima koji slede, inputi koje vrši korisnik su prikazani u Courier bold fontu, a outputs koje daje Mathematica u Courier italic fontu.

Na slici je prikazan tipičan radni prostor prilikom rada u Mathematici.



Prozor Help Browser se otvara pri aktiviranju opcije Help. U njemu se nalaze detaljne informacije i primeri svih dostupnih funkcija i opcija. On takođe sadrži urađene primere kao i on-line verziju knjige The Mathematica Book, sa preko 1200 stranica.

Prozor sa imenom "MyNotebook.nb" je *notebook*, interaktivni interfejs. Radni prostor koji vidimo se sastoji od niza ćelija (cells). Ćelija je označena uglavnom zagradom na desnoj strani dokumenta. Ćelija može da sadrži tekst, formule ili grafiku. Radni prostor uspostavlja dvosmernu komunikaciju između korisnika i jezgra. On prima podatke koje korisnik šalje. Kada se zatraži izračunavanje, podatke prosleđuje jezgru koje ih obrađuje. Izračunavanje ćelije zahteva se istovremenim pritiskom na tastere Shift i Enter. Tada se ćeliji dodeljuje oznaka In [n]. Rezultat se upisuje u novu ćeliju Out [n] i te dve ćelije se grupišu. Osim što korisnik može da unosi simbole sa tastature, takođe može da unosi sve tradicionalne matematičke simbole korišćenjem palete prikazane uz desnu ivicu prozora.

Kada startujemo Mathematicu, ona otvara praznu svesku (notebook) pod imenom Untitled. Kada sačuvate notebook, dodeljujete joj i ime. Možete otvoriti i više različitih svesaka istovremeno.

Radni prostor softvera mathematica ima sledeći meni:

1. Meni **File** omogućava stvaranje novih dokumenata, otvaranje postojećih i pamćenje nove verzije, kao i štampanje dokumenta. File:New, Open, Close,

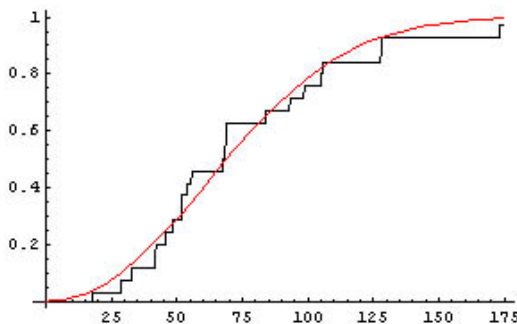
Save, Save As, Save As Special, Open Special, Import, Send To, Send Selection, Palettes, Notebooks, Printing Settings, Print, Exit.

Kao nestandardne, javljaju se opcije za palette, čijim aktiviranjem otvaramo novu paletu koja omogućava lakši unos matematičkih operacija i izraza.

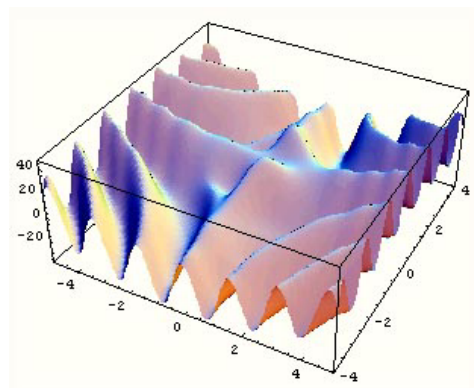
Aktiviranjem palette Notebooks

2. Meni **Edit** omogućava izmene sadržaja dokumenta. Osim standardnih opcija Undo, cut, Copy, Paste, Clear, CopyAs, Select All, Insert Object, tu su i nestandardne opcije Motion, Expression Input i Preferences.
3. Meni **Cell** omogućava rad sa ćelijama dokumenta i njihovo organizovanje na različite načine, odnosno omogućava organizaciju izgleda sveske (notebook) preme želji korisnika.
Cell:Convert To, Display As, Default Input Format Type, Default Output Format Type, Cell Properties, Cell Grouping, Divide Cells, Merge cells.
4. Meni **Format** pruža mogućnost za izvođenje različitih manipulacija sa tekstom i graficima. Format: Style, Font, Size, Color, Show ToolBar, Magnification
5. Meni **Input** omogućava različitu prezentaciju ulaznih i izlaznih podataka. Input: Get Graphics Coordinates, 3D View Point Selector, Color Selector, Record Sound, Get File Path, Create Table
6. Meni **Kernel** omogućava upravljanje jezgrom Mathematice. Kernel: Evaluation, Interrupt, Abort Evaluation, Start Kernel, Quit Kernel, Default Kernel, Kernel Configuration.
7. Meni **Find** služi za pretraživanje dokumenta.
Find:Find, Enter Selection, Find Next, Find Previous, Find in Cell Tags, Replaces, Replace All, Make Index
8. Meni **Windows** omogućava da se podesi raspored prozora koji prikazuju otvorene dokumente. Window:Stack Windows, Tile Windows,Wide, Tile Windows Tall, Messages
9. Meni **Help** pruža korisniku pomoć i informacije o mogućnostima paketa Mathematica.

Na sledećim slikama prikazane su neke grafičke mogućnosti programa Mathematica.



Left: Mathematica 2-D plot of empirical failure CDF for ball-bearing data, versus fitted Weibull distribution



Right: Mathematica 3-D plot of $(x^2 - y^2) + 20 \cos(xy) + 50 e^{-x^2 - y^2} + 1 \cos(xy^2) \sin(xy^2) + \sin(x^2 + y^2)$

Paleta

Paleta (Pallets) predstavljaju jednostavan način pristupanja sadržajima koje Mathematica nudi i korišćenja njenih mogućnosti. U meniju File>Pallets dostupne su sledeće palete:

1. **Basic Input**-paleta matematičkih pojmova, koje Mathematica otvara prilikom startovanja
2. **Basic Calculations**-paleta osnovnih matematičkih operacija
3. **Algebraic Manipulation**-paleta koja omogućava rad sa delovima algebarskih izraza
4. **Basic Typesetting**-paleta uobičajenih objekata i operacija potrebnih pri kucanju matematičkih formula.
5. **Notebooc Launcher**-kreiranje novih programa u različitim stilovima
6. **Complete Characters**-paleta specijalnih znakova
7. **International Characters**-paleta internacionalnih znakova

Simboli u paketu Mathematica

Simboli u paketu Mathematica su:

1. mala i velika slova engleskog alfabeta (A,a,B,b,...)
2. brojevi
3. interpukcijski i specijalni znaci (.,;\$+*?)

Postoji razlika u ulozi malih i velikih slova. Velikim slovom počinju unapred definisane funkcije i naredbe, a promenljive malim.

Mathematica omogućava rad sa brojnim podacima svih tipova:

Integer (celi), koji se zapisuju u standardnom matematičkom obliku sa znakom ispred broja. Ukoliko želimo zapis dekadnog broja n u bazi sa osnovom b , to postizemo naredbom

Base form $[n,b]$.

Primer 1

Base form $[37,2]$ daje 100101

Prevođenje yapisa broja iz baze sa osnovom b u bazu sa osnovom c vrši se naredbom

Base Form $[b^{^}broj, c]$

Racionalni (Rational) brojevi se zapisuju u obliku brojilac/imenilac

Realni (Real) bojevi se mogu zapisati u:

- a) fiksnom obliku: $\pm celi.decimale$
- b) eksponencijalnom obliku: $\pm mantisa * baza^{eksponent}$

Kompleksni (Complex) brojevi se zapisuju u obliku $x+yI$, gde je I imaginarna jedinica, a x i y realni brojevi.

Približna vrednost broja se dobija primenom funkcije

$N[broj, broj cifara]$ ili $broj//N$.

Primer

$37/12//5$

3.08333

Matematičke konstante imaju svoja imena>

Imaginarna jedinica

I

Broj e

E

$N[E,8] = 2.7182818$

Broj π

Pi

$N[Pi,6] = 3.14159$

Stepen ($\pi/180$)

Degree

$N[Degree,5] = 0.017453$

Promenljive su veličine koje menjaju svoju vrednost u programu. Svaka promenljiva ima svoje simboličko ime (a, b, c, x, y, z, \dots)

Promenljivoj se neka vrednost dodeljuje naredbom ***promenljiva = izraz***, a briše se naredbom ***promenljiva =***.

Aritmetičke operacije se označavaju na sledeći način

Mathematica	Prioritet	Redosled
\pm ^	1	←
* /	2	→
+ -	3	→

Za množenje se umesto zvezdice može koristiti blanko.

Najviši prioritet ima izraz u zagradi. Za zagrade se koriste samo male zagrade.

Specijalne dodele:

$i++$, $i--$, *povećanje (smanjenje) vrednosti promenljive i za 1*

$i+=di$, $i-=di$, *povećanje (smanjenje) promenljive i za di*

Relacije i logički izrazi

Relacije su izrazi sastavljeni od konstanti, promenljivih i operatora poređenja.

Vrednost relacije je *istina (True)* ili *laž (False)*.

Operatori poređenja se zapisuju na sledeći način

<	manje
<=	manje ili jednako
==	jednako
!=	nejednako
>=	veće ili jednako
>	veće

Dozvoljeno je poređenje nekoliko veličina istovremeno, kao na primer $x < y < z$ ili $x = y = z$.

Logički izrazi su izrazi sastavljeni od logičkih konstanti (True, False), logičkih promenljivih i logičkih operatora.

Složeni logički izrazi se mogu pisati u obliku

Operator[] ili *izraz operator izraz*.

Logički operatori

- negacija: ! ili *Not []*
- konjunkcija && ili *And[p,q]*
- disjunkcija || ili *Or[p,q]*
- implikacija *Implies[p,q]*.

Naredba Logical Expand razvija izraz po logičkim promenljivim.

Funkcije u paketu Mathematica

Sve funkcije u Mathematici se pišu u obliku :

Funkcija[*argument*].

Najvažnije matematičke funkcije su

Sin [x], *Cos*[x], *Tan*[x],
ArcSin[x], *Arccos*[x], *ArcTan*[x],
Exp[x], *Log*[x], *Log* [x,b]
Sqrt [x], *Abs*[x], *n!*
Round[x] –ceo deo od x, tj. [x]
Mod[n,m] – ostatak pri deljenju n sa m
Re[z], *Im*[z], *Arg*[z].

Definisanje nove funkcije vrši se naredbom :

funkcija[*x_*] := *izraz*

čime se funkciji doeljuje promenljiva vrednost koja zavisi od vrednosti x.

Funkcija više promenljivih se definiše izrazom

funkcija[*x_*,*y_*,*z_*] := *izraz*

Funkcija koja pamti izračunate vrednosti *funkcija*[*x_*] := *f*[*x*] = *izraz* se koristi kada su nam više puta potrebne već izračunate vrednosti funkcija (kao kod rekurzija).

Kako je definisana funkcija *f* može se proveriti naredbom *?f* ili *Definition*[*f*] , a brisanje se postiže naredbom *f=.* ili *Clear* [*f*]

Simboličko izračunavanje u paketu Mathematica

Mathematica može računati vrednosti funkcije kada je argument neka promenljiva ili opšti izraz.

Primer 1

f [**x_**]=**x**²

*x*²

f [**3**]

9

f [**1+I**]

2 *i*

f [**1+a**]

(1 + a)²

Ovo se takođe može postići lokalnom zamenom

x²/**.****x**→**1+a**

(1 + a)²

Primer 2

Expand[(**a*****b** - **c*****d**)² + (**a*****d** + **b*****c**)²]

*a*²*b*² + *b*²*c*² + *a*²*d*² + *c*²*d*²

Naredba *Simplify* [*izraz*] ili *Izraz*//*Simplify* dovodi do uprošćavanja izraza.

Primer

Simplify[**Sin**[**x**]²+**Cos**[**x**]²]

1

Operatori nad izrazima

Za funkcije možemo računati

Graničnu vrednost

Limit [*izraz*, $x \rightarrow a$, *Direction* $\rightarrow 1$]

Gde je a tačka, *Direction* (strana) :

Direction $\rightarrow 1$ (od 0 ka 1, sa leva na desno) leva granična vrednost,

Direction $\rightarrow -1$ (od 0 ka -1, sa desna na levo) desna granična vrednost

Primer:

Razvoj funkcije u red u okolini neke tačke sa najviše n članova sa ostatkom:

Series[*izraz*, { x, a, n }]

Razvoj bez ostatka

Normal [*red*]

Diferenciranje

Simboličko diferenciranje daje novu funkciju koja može biti prvi ili viši izvod funkcije jedne promenljive, parcijalni izvod funkcije više promenljivih, ili totalni diferencijal.

Parcijalni izvod funkcije f po x : D[f, x]

Izvod n -tog reda funkcije f po x : D[$f, \{x, n\}$]

Integracija

Neodređeni integral se izračunava naredbom Integrate [f, x].

Određeni integral funkcije f u granicama (a, b) : Integrate [$f, \{x_{min}, x_{max}\}$].

U Mathematici se mogu izračunavati i višestruki integrali.

Primer:

```
In[2]:= Integrate[Sin[x]/(E^(0.43*x)*x), {x, 0, Infinity}]
```

```
Out[2]= 1.1647
```

Ili korišćenjem paleta koristeći zapis u tradicionalnoj formi

```
In[2]:= 
$$\int_0^{\infty} \frac{\sin(x)}{e^{0.43x} x} dx$$

```

```
Out[2]= 1.1647
```

Za nerešive integrale Mathematica ukazuje na specijalne funkcije preko kojih se integral može izraziti. Takođe, za nesvojstvene integrale postoji upozorenje da funkcija nije definisana u nekim tačkama.

Crtanje grafika funkcije

Grafik funkcije jedne promenljive se može nacrtati primenom naredbe

Plot[$f, \{x, x_{min}, x_{max}\}$].

Grafik funkcije dveju promenljivih crta se naredbom

Plot3D[$f, \{x, x_{min}, x_{max}\}, \{y, y_{min}, y_{max}\}$].

Primer

Plot[Sin [x], {x, 0, 2Pi}].
 Plot3D [Sin [xy], {x, 0, Pi}, {y, 0, Pi}].

Transformacije algebarskih izraza

Simplify [izraz] -svođenje na najjednostavniji oblik

Factor [izraz] -izdvajanje činilaca

Apart [izraz] - rastavljanje na proste razlomke

Together [izraz] - svođenje na zajednički imenilac

Primer:

Rešavanje jednačina

Rešenja jednačina mogu se dobiti primenom operatora

Solve[f[x]==0, x]

Dok se približna rešenja mogu dobiti pomoću NSolve [f[x]==0, x].

Primer :

Ispitati tok i nacrtati grafik funkcije

$$f[x_] := \frac{x^3}{x^2 - 4}$$

Solve[Denominator[f[x]]==0,x]

{{x→-2},{x→2}}

Vertikalna asimptota.

Limit[f[x],x→-2,Direction→1]

-∞

Limit[f[x],x→-2,Direction→-1]

∞

Limit[f[x],x→2,Direction→1]

-∞

Limit[f[x],x→2,Direction→-1]

∞

Horizontalna asimptota.

Limit[f[x],x→-Infinity]

-∞

Limit[f[x],x→+Infinity]

∞

Kosa aimptota.

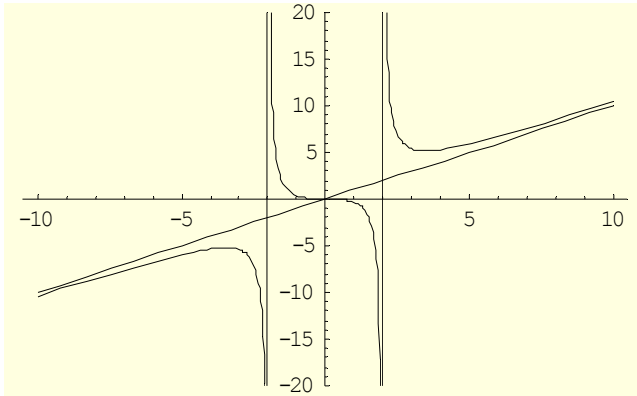
$$k = \text{Limit}\left[\frac{f[x]}{x}, x \rightarrow \text{Infinity}\right]$$

1

b=Limit[f[x]-k x,x→Infinity]

0

Plot[{f[x],x},{x,-10,10},PlotRange→{-20,20}]



Rešavanje sistema jednačina

Mogu se rešavati kako jednostavni, tako i komplikovani sistemi jednačina korišćenjem različitih metoda.

Najjednostavniji sistemi rešavaju se naredbom Solve

```
Solve[{-x+3 y-2 z==8,x-4 y+z==12,-5 x+4 y-3 z==14},{x,y,z}]
{{x->1,y->-3,z->-1}}
```

Rešavanje diferencijanih jednačina

```
In[10]:= DSolve[f''[x] == a f'[x] + f[x], f[x], x]
```

```
Out[10]=
```

```
{{f[x] -> e^(1/2 (1-sqrt(5)) x) C[1] + e^(1/2 (1+sqrt(5)) x) C[2]}}
```

Matrice

Matrice se u Matematici reprezentuju kao lista lista

```
In[7]:= {{1, 2, 3}, {4, 5, 6}, {7, 8, 9}}
```

```
Out[7]= {{1, 2, 3}, {4, 5, 6}, {7, 8, 9}}
```

Da bi se matrica prikazala u standardnom obliku koristi se operator **MatrixForm**:

```
In[8]:= %7 // MatrixForm
```

```
Out[8]//MatrixForm=
```

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}$$

Operator // ima značenje da "primeni operator koji sledi na predhodni izraz. U ovom slučaju, to je ekvivalentno opciji

```
MatrixForm[%7].
```

Mathematica omogućava sva standardna vektorska i matricna izračunavanja.

```
In[9]:= Eigenvalues[%7]
```

```
Out[9]=
```

$$\left\{0, \frac{3}{2} (5 - \sqrt{33}), \frac{3}{2} (5 + \sqrt{33})\right\}$$

```
mx=Table[a x^b, {a, 3}, {b, 5}]
```

```
{{x, x^2, x^3, x^4, x^5}, {2 x, 2 x^2, 2 x^3, 2 x^4, 2 x^5}, {3 x, 3 x^2, 3 x^3, 3 x^4, 3 x^5}}
```

Grafika :

U Mathematici možemo da vizuelno predstavimo dobijene rezultate. Na primer, rešavali smo diferencijalnu jednačinu

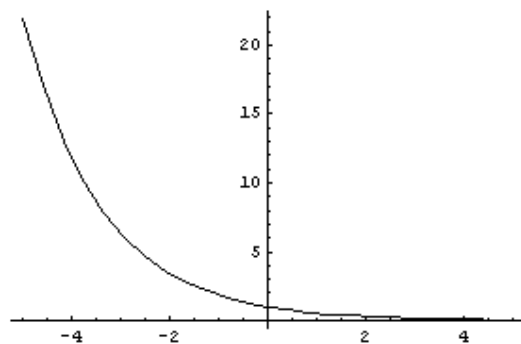
```
In[10]:= DSolve[f''[x] == a f'[x] + f[x], f[x], x]
```

```
Out[10]=
```

$$\left\{\left\{f[x] \rightarrow e^{\frac{1}{2}(1-\sqrt{5})x} C[1] + e^{\frac{1}{2}(1+\sqrt{5})x} C[2]\right\}\right\}$$

A sada želimo da vizuelno predstavimo dobijeno rešenje. To se može uraditi naredbom:

```
In[11]:= Plot[Evaluate[f[x] /.  
Join[Flatten[%10], {a -> 1, C[1] -> 1, C[2] -> 0}]], {x, -5, 5}]
```



```
Out[11]=> - Graphics -
```

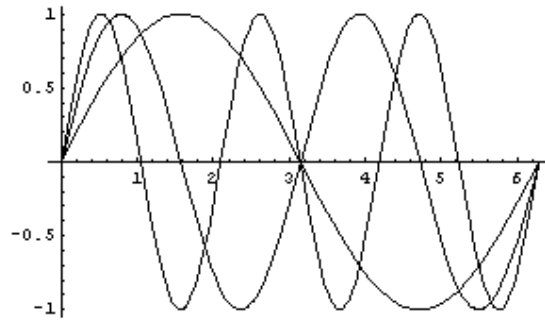
Join[Flatten . . . uzima onu soluciju kojoj odgovaraju vrednosti konstanti; f[x] is then evaluated and plotted for the range (-5, 5).

Veliki broj opcija je je omogućen naredbom Plot, uključujući specifikaciju osa, graduisanje, legendu, tekstualne karakteristike, boje grafa I pozadine I mnoge druge.

Primer:

Mogu se na istom grafiku prikazati tri različite sinusne funkcije na intervalu od 0 do 2 Pi .

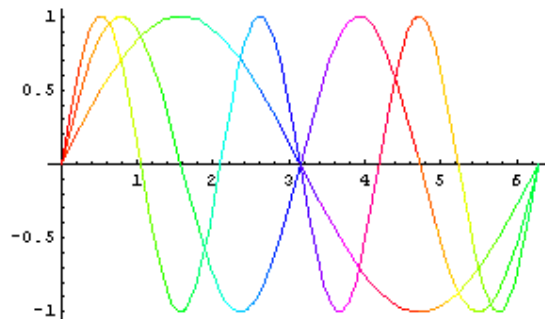
```
In[12]:= pp = Plot[Evaluate[{Sin[x], Sin[2x], Sin[3x]}], {x, 0, 2 Pi}];
```



Grafik je ovde dodeljen promenljivoj **pp**. Svi rezultati u Matematici su objekti, kojima možemo manipulirati pomoću operatora. To je u stvari Metafajl koji možete videti ako unesete **FullForm[pp]**.)

Takođe se svakoj liniji može dodeliti boja, u ovom slučaju boja koja se menja proporcionalno odgovarajućoj apscisi:

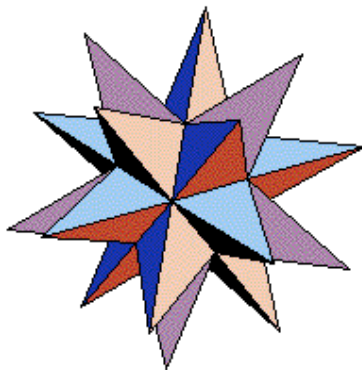
```
In[13]:= Show[pp /. Line[1:{_, _}] :=>
  ({Hue[(0.7*First[Plus @@ #1/2])/Pi], Line[#1]} & )
  /@ Partition[1, 2, 1]];
```



Mathematica takođe uključuje veliki broj osnovnih objekata za crtanje 3-dimenzionalnih objekata.

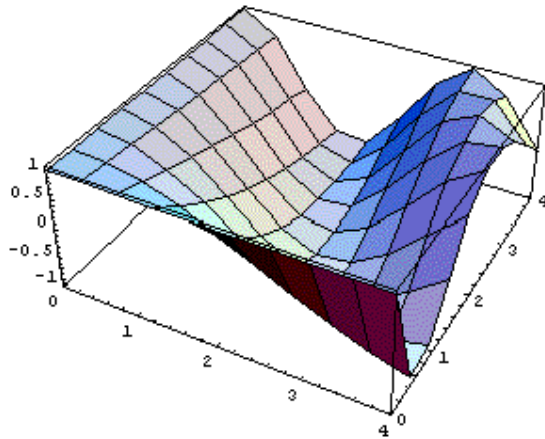
Ovo je primer koji pokazuje kako pravimo stela-poliedar :

```
In[14]:= Show[Polyhedron[GreatStellatedDodecahedron], Boxed -> False];
```



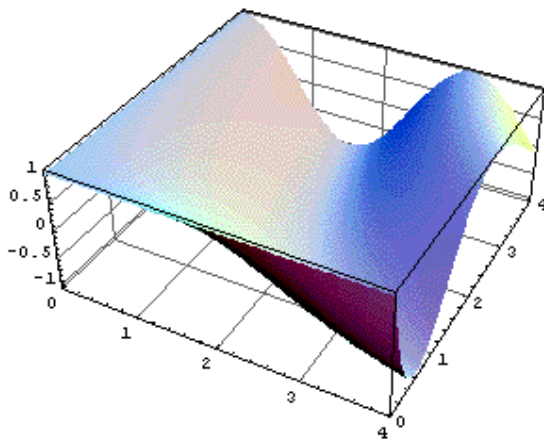
Sledeći primer prikazuje funkciju dve promenljive, koristeći mali broj tačaka, za brže iscertavanje:

```
In[16]:= Plot3D[Cos[x Sqrt[y]], {x, 0, 4}, {y, 0, 4}, PlotPoints -> 10];
```



Nakon provere da crtež ima željeni izgled, on može biti prikazan sa više tačaka kao i boljim dizajnom:

```
In[17]:= Plot3D[Cos[x Sqrt[y]], {x, 0, 4}, {y, 0, 4},
  PlotPoints -> 100, Mesh -> False,
  FaceGrids -> {{-1, 0, 0}, {0, 1, 0}, {0, 0, -1}}];
```



Svi grafici rađeni u matematici mogu biti eksportovani kao bitmaps (BMP), graphics metafiles (EMF or WMF), ili encapsulated PostScript (EPS).