

Name : Nehal ----- Roll No. : 2020332 ----- Subject : Machine Learning

## Assignment 1

### Linear Regression with Gradient descent

```
In [1]: def cost_function(X, y, theta):
    m = len(y)
    J = np.sum((X.dot(theta) - y) ** 2) / (2 * m)
    return J

def gradient_descent(X, y, theta, alpha, iterations):
    m = len(y)
    J_history = np.zeros(iterations)

    for i in range(iterations):
        h = X.dot(theta) # y predicted
        theta = theta + alpha * (-1/m) * (X.T.dot(h - y))
        J_history[i] = cost_function(X, y, theta)

    return theta, J_history

import numpy as np

# generate sample data
X = np.random.randn(100, 3)
y = X.dot(np.array([1, 2, 3])) + np.random.randn(100) * 0.5

# add a column of ones to X for the bias term
X = np.hstack((np.ones((100, 1)), X))

# initialize theta to zeros
theta = np.zeros(4)

alpha = 0.01
iterations = 1000
theta, J_history = gradient_descent(X, y, theta, alpha, iterations)
print(theta)
print(J_history)

import matplotlib.pyplot as plt

plt.plot(range(iterations), J_history)
plt.xlabel('Iterations')
plt.ylabel('Cost Function')
plt.show()

[1.029846  0.82249817 1.2043817 1.05806442]
[4.0803211  4.3496484 4.19407913 4.09927852 3.92859268 3.80245722
 3.6807135  3.56309839 3.44979412 3.34032805 3.23472752 3.13269469
 3.0426632  2.95020366 2.8476728 2.7509619 2.6786826 2.591183
 2.5159847 2.43478266 2.36663983 2.28907443 2.21990884 2.15332576
 2.0897116 2.02685248 1.9689712 1.90902438 1.85316338 1.79924398
 1.7471085 1.69896151 1.64474023 1.59464354 1.55462771 1.51973226
 1.47077429 1.43613906 1.39991461 1.35981573 1.31650302 1.2812228
 1.24716687 1.21429236 1.1855668 1.15524249 1.1235564 1.0930961
 1.06524576 1.03964298 1.01396176 0.98917 0.96523667 0.94213185
 0.91982667 0.89829324 0.87758486 0.85743496 0.83899599 0.81935286
 0.80129202 0.78380375 0.767029 0.75070949 0.73507716 0.71952697
 0.70520735 0.69117278 0.67753481 0.66468646 0.65185138 0.63937373
 0.62735831 0.61407516 0.60151154 0.58955113 0.57843469 0.56802199 0.55817687
 0.54846302 0.53951875 0.54011283 0.53755234 0.53291847 0.52411186
 0.51338587 0.50577275 0.49849389 0.49146302 0.48467151 0.478111
 0.47177455 0.4656531 0.45974604 0.45406224 0.44859313 0.44334732
 0.43891375 0.43438392 0.42922189 0.42357269 0.41789585 0.41273692
 0.40839315 0.40448289 0.40262324 0.39877279 0.39510905 0.39164854
 0.3883452 0.38483553 0.38163357 0.3786151 0.37584903 0.37325643
 0.36985843 0.36715232 0.3645349 0.3620831 0.35955392 0.3571845
 0.35490906 0.35207391 0.35052747 0.34806075 0.34645984 0.3449499
 0.34261821 0.34078559 0.33936666 0.33731129 0.33565565 0.33405214
 0.33249897 0.33099947 0.32953666 0.32812421 0.32675544 0.32542885
 0.32414246 0.32281691 0.32152136 0.32025575 0.31902103 0.31781703
 0.31706446 0.31610851 0.31516124 0.31418358 0.3132345 0.31231391
 0.31131816 0.31034581 0.30979488 0.30888431 0.30800706 0.30721214
 0.30655076 0.30582519 0.3051137 0.3044206 0.30374522 0.30308989
 0.30245103 0.30182999 0.30123231 0.30065312 0.30008519 0.29949788
 0.2989517 0.29843415 0.29789706 0.29733208 0.29680683 0.29641612
 0.295945 0.29548492 0.29503551 0.29459539 0.29416722 0.29374765
 0.29333734 0.29293599 0.29254328 0.29215892 0.29178261 0.2914141
 0.29105389 0.29069635 0.29035265 0.29001269 0.28967723 0.28935212
 0.28903111 0.2887116 0.28840657 0.28810264 0.28780402 0.28751053
 0.2872159 0.28693824 0.28665911 0.28638456 0.2861141 0.28584789
 0.285578 0.2853275 0.28507383 0.28482127 0.28457483 0.28433067
 0.28409619 0.28385269 0.28361825 0.28338677 0.28315816 0.2829323
 0.28270913 0.28248454 0.28225406 0.28203479 0.28181641 0.28160308
 0.28141215 0.28124172 0.28101 0.28080725 0.28060641 0.28040743
 0.28021623 0.28004777 0.27982008 0.27959882 0.27943822 0.27924915
 0.27904551 0.27887537 0.27869656 0.2785071 0.27832494 0.278144
 0.27796429 0.27778575 0.27760836 0.27743206 0.27725683 0.27708264
 0.27690945 0.27673723 0.27656596 0.2763956 0.27622612 0.27605783
 0.27588973 0.27572216 0.27555568 0.27539115 0.27522647 0.2750625
 0.27489924 0.27473665 0.27457473 0.27441342 0.27425276 0.27409268
 0.2739332 0.27377429 0.27361593 0.27345831 0.27330085 0.27314444
 0.27298775 0.27283195 0.27267662 0.27252175 0.27236733 0.27221334
 0.27205977 0.27190682 0.27175388 0.27160153 0.2714496 0.27129796
 0.27114474 0.27099386 0.27084354 0.27069316 0.27054331 0.27039379
 0.27024459 0.27009709 0.26994911 0.26980081 0.26965282 0.2695051
 0.26935767 0.26921351 0.26906854 0.26892399 0.26877862 0.2686345
 0.26847853 0.26833391 0.26818732 0.26804247 0.26789705 0.26775286
 0.26760839 0.26746414 0.2673201 0.26717628 0.26703266 0.26688925
 0.26674495 0.26660304 0.26646023 0.26631761 0.26617518 0.26603294
 0.26589089 0.26574962 0.26560733 0.26546582 0.26532448 0.26518322
 0.26504233 0.2649015 0.26476085 0.26462036 0.26448006 0.26434008
 0.26419988 0.26406004 0.26392035 0.26378082 0.26364145 0.26350223
 0.26336136 0.26322423 0.26308546 0.26294684 0.26280836 0.26267003
 0.26253184 0.26239379 0.26225584 0.26211822 0.26198041 0.26184331
 0.26170566 0.26156845 0.26143137 0.26129443 0.26115762 0.26102095
 0.26088441 0.2607481 0.26061172 0.26047557 0.26033955 0.26020366
 0.26006979 0.25993528 0.25979767 0.25966138 0.25952512 0.25938909
 0.25925099 0.25912111 0.25899635 0.25887171 0.2587472 0.25862281
 0.25844855 0.25831414 0.25818037 0.25804647 0.25791268 0.25777902
 0.25764547 0.25751204 0.25737873 0.25724554 0.25711247 0.25697951
 0.25684668 0.25671395 0.25658135 0.25644864 0.25631648 0.25618422
 0.25605208 0.25592005 0.25578814 0.25565634 0.25552465 0.25539308
 0.25526163 0.25513028 0.25499985 0.25486973 0.25473992 0.25461063
 0.25447525 0.25434458 0.25421402 0.25408359 0.25395324 0.25382302
 0.2536932 0.25356329 0.25343391 0.25330423 0.2531754 0.2530464
 0.25291455 0.25278521 0.25265597 0.25252685 0.25239784 0.25226893
 0.25214414 0.25201445 0.25188487 0.2517544 0.25162406 0.25149378
 0.25136564 0.25123416 0.25110367 0.25097355 0.25084383 0.25071452
 0.250586392 0.25047562 0.25036438 0.25025315 0.25014206 0.24999711
 0.24984425 0.24973149 0.24961864 0.2495058 0.24939338 0.24928173
 0.2490813 0.24895518 0.24882916 0.24870325 0.24857744 0.24845174
 0.24832614 0.24820055 0.24807526 0.24794998 0.2478248 0.24769973
 0.24757476 0.24744989 0.24732513 0.24720047 0.24707591 0.24695146
 0.24682711 0.24670287 0.24657873 0.24645469 0.24633075 0.24620692
 0.24608319 0.24595956 0.24583604 0.24571262 0.24558933 0.24546608
 0.24534297 0.24521998 0.24509785 0.24497424 0.24485153 0.24472893
 0.24460642 0.24448402 0.24436172 0.24423952 0.24411742 0.24399543
 0.24387353 0.24375174 0.24362984 0.24350845 0.24338696 0.24326557
 0.24314428 0.24302309 0.242902 0.24278101 0.24266012 0.24253933
 0.24241684 0.24229595 0.242175 0.24205427 0.24193377 0.24181368
 0.24169559 0.241576 0.24145607 0.24133691 0.24121721 0.24109782
 0.24097812 0.24085972 0.24073942 0.24062022 0.24050112 0.24038211
 0.2402632 0.2401444 0.24002508 0.23990707 0.23978858 0.2396701
 0.23955183 0.2394336 0.23931548 0.23919746 0.23907953 0.23896167
 0.23884346 0.23872533 0.23860719 0.23848914 0.238371 0.23825267
 0.2381396 0.23802154 0.23790358 0.23778572 0.23766796 0.23755029
 0.23743871 0.23732072 0.23720285 0.23708497 0.23696738 0.23685029
 0.23674129 0.23662329 0.23650506 0.23638687 0.2362687 0.23615068
 0.23604731 0.23593198 0.23581674 0.2357016 0.23558655 0.2354716
 0.23535675 0.23524188 0.23512732 0.23501275 0.23489827 0.23478386
 0.2346696 0.23455514 0.2344413 0.23432729 0.23421338 0.23409955
 0.23398581 0.23387162 0.23375766 0.23364382 0.23353018 0.2334168
 0.23330344 0.23318926 0.23307528 0.23296165 0.23284835 0.2327341
 0.23262039 0.23250619 0.23239234 0.2322789 0.2321657 0.23205248
 0.23193949 0.23182573 0.23171238 0.23159931 0.23148664 0.2313743
 0.23126239 0.23114948 0.231037 0.23092461 0.23081265 0.2307001
 0.2305877 0.23047512 0.23036285 0.23025095 0.23013938 0.2300279
 0.2299165 0.22980484 0.22969339 0.2295822 0.22947137 0.2293608
 0.2292505 0.22913958 0.22902939 0.22891846 0.22880787 0.22869759
 0.2285875 0.22847783 0.22836835 0.22825937 0.22815068 0.2280423
 0.22793401 0.22782519 0.22771659 0.2276083 0.2275003 0.22739249
 0.2272848 0.22717648 0.2270684 0.2269606 0.22685312 0.2267458
 0.22663852 0.22653145 0.2264244 0.22631747 0.22621065 0.22610398
 0.22599721 0.22589063 0.22578414 0.22567774 0.22557142 0.22546519
 0.22535971 0.22525363 0.22514814 0.22504257 0.22493714 0.2248318
 0.22472609 0.22462039 0.22451478 0.22440947 0.22430434 0.22419939
 0.22409458 0.22398948 0.22388465 0.22377999 0.22367554 0.2235713
 0.22346722 0.22336334 0.22325967 0.22315622 0.22305297 0.22294992
 0.22284705 0.22274448 0.22264209 0.22253986 0.22243784 0.22233603
 0.22223455 0.22213256 0.22203069 0.22192853 0.22182696 0.22172484
 0.22162148 0.22151514 0.2214188 0.22131949 0.22122046 0.22112083
 0.22102096 0.22092189 0.22082306 0.22072457 0.2206263 0.22052823
 0.22042925 0.22033198 0.22023494 0.22013817 0.22004164 0.21994534
 0.21984935 0.21975385 0.21965858 0.21956353 0.2194687 0.2193741
 0.2192797 0.21918548 0.21909139 0.21899752 0.21890388 0.21881045
 0.21871728 0.2186244 0.21853167 0.21843916 0.21834687 0.21825478
 0.21816282 0.21807097 0.21797927 0.21788765 0.21779617 0.2177048
 0.21761358 0.21752248 0.21743151 0.21734069 0.21724998 0.21715945
 0.21706907 0.21697878 0.21688864 0.21679864 0.21670885 0.21661928
 0.21652989 0.21644073 0.21635178 0.21626304 0.21617451 0.21608619
 0.21600005 0.21591195 0.21582407 0.2157364 0.21564894 0.21556165
 0.21547457 0.21538759 0.21530083 0.2152143 0.21512797 0.2150418
 0.21495608 0.21486999 0.21478411 0.21469843 0.21461296 0.21452769
 0.21444262 0.21435765 0.21427297 0.21418858 0.2141046 0.21402091
 0.21393733 0.21385384 0.21377057 0.2136875 0.21360473 0.21352214
 0.21343976 0.21335746 0.21327537 0.21319348 0.21311179 0.2130303
 0.21294901 0.21286781 0.21278681 0.21270601 0.2126254 0.21254501
 0.21246477 0.21238467 0.21230477 0.21222506 0.21214554 0.2120662
 0.21198707 0.21190787 0.21182887 0.21174997 0.21167127 0.21159277
 0.21151446 0.21143626 0.21135826 0.21128046 0.21120286 0.21112546
 0.21104825 0.21097104 0.21089403 0.21081721 0.21074058 0.21066414
 0.21058789 0.21051182 0.21043594 0.21036025 0.21028474 0.21020941
 0.21013434 0.21005927 0.21000005 0.20994099 0.20988208 0.20982332
 0.20976471 0.20970624 0.20964793 0.20958977 0.20953176 0.2094739
 0.20941624 0.20935867 0.20930126 0.20924399 0.20918686 0.20912987
 0.2090725 0.20901475 0.20895715 0.2088997 0.20884241 0.20878528
 0.2087283 0.20867146 0.20861473 0.20855815 0.2085017 0.20844545
 0.20838948 0.2083334 0.20827752 0.20822177 0.20816614 0.20811064
 0.20805525 0.20800001 0.20794497 0.20789005 0.20783527 0.20778054
 0.20772596 0.20767151 0.20761724 0.20756307 0.20750901 0.20745505
 0.20740128 0.20734769 0.20729424 0.20724091 0.20718768 0.20713455
 0.20708151 0.20702848 0.20697556 0.20692273 0.20686999 0.20681735
 0.2067648 0.20671235 0.20665997 0.20660724 0.2065546 0.20650207
 0.20644958 0.20639676 0.20634404 0.20629141 0.20623888 0.20618644
 0.2061341 0.20608186 0.20602971 0.20597766 0.2059257 0.20587384
 0.20582203 0.20577037 0.2057188 0.20566733 0.20561594 0.20556464
 0.20551344 0.20546153 0.20540971 0.20535798 0.20530634 0.2052548
 0.20520335 0.20515193 0.2051006 0.20504936 0.20500005 0.2049488
 0.20489775 0.20484673 0.20479581 0.20474498 0.20469424 0.20464359
 0.20459303 0.20454197 0.20449101 0.20444014 0.20438936 0.20433867
 0.20428806 0.20423744 0.20418691 0.20413644 0.20408605 0.20403574
 0.20398551 0.20393527 0.20388511 0.20383502 0.20378501 0.20373507
 0.20368521 0.20363544 0.20358575 0.20353615 0.20348663 0.20343719
 0.20338783 0.20333854 0.20328933 0.2032402 0.20319114 0.20314216
 0.20309326 0.20304445 0.20299571 0.20294722 0.20289883 0.20285048
 0.20280226 0.20275407 0.20270594 0.20265796 0.20260999 0.20256212
 0.20251435 0.20246664 0.20241901 0.20237144 0.20232394 0.20227651
 0.20222916 0.20218181 0.20213453 0.20208732 0.20204018 0.20199311
 0.20194611 0.20189919 0.20185233 0.20180554 0.20175882 0.20171217
 0.20166568 0.2016191 0.20157259 0.20152613 0.20147972 0.20143337
 0.20138706 0.20134077 0.20129453 0.20124834 0.2012022 0.20115613
 0.20111007 0.20106407 0.20101812 0.20097222 0.20092637 0.20088056
 0.20083479 0.20078903 0.20074332 0.20069766 0.20065204 0.20060646
 0.20056092 0.20051535 0.20046977 0.20042467 0.20037961 0.20033459
 0.20028961 0.20024464 0.20019971 0.20015481 0.20010995 0.20006513
 0.20002032 0.19997551 0.19993071 0.19988591 0.19984111 0.19979631
 0.19975151 0.19970671 0.19966191 0.19961711 0.19957231 0.19952751
 0.19948271 0.19943801 0.19939331 0.19934861 0.19930391 0.19925921
 0.19921451 0.19916981 0.19912511 0.19908041 0.19903571 0.19899101
 0.19894631 0.19890161 0.19885691 0.19881221 0.19876751 0.19872281
 0.19867811 0.19863341 0.19858871 0.19854401 0.19849931 0.19845461
 0.19841001 0.19836531 0.19832061 0.19827591 0.19823121 0.19818651
 0.19814181 0.19809711 0.19805241 0.19800771 0.19796301 0.19791831
 0.19787361 0.19782891 0.19778421 0.19773951 0.19769481 0.19765011
 0.19760541 0.19756071 0.19751601 0.19747131 0.19742661 0.19738191
 0.1
```



Recall: 0.7289719626168224

In ( ) :