অধ্যায়-৩

কোডসমূহ এবং কোড রূপান্তর
(Codes and Code Conversion)

৩.০ ভূমিকা (Introduction) ঃ

ডিজিটাল সিস্টেমের যন্ত্রপাতি বাইনারি সিস্টেমে অর্থাৎ 1 - 0 বা হাই-লো সিগন্যাল দ্বারা কাজ করে। এর মধ্যে কিছু কিছু অংশ ডেসিমেল, কিছু Hexadecimal এ ইনপুট গ্রহণ করে। আবার কিছু কিছু ক্ষেত্রে তা Octal বা Binary সরাসরি গ্রহণ করে তা প্রসেস করে আউটপুটে ডেসিমেলে দেখাতে হয়। তা ছাড়া বিভিন্ন গাণিতিক কাজের জন্য কিছু কিছু কোড ব্যবহৃত হয়, যার বাইনারি রূপান্তর খুব সহজ।

যখন কোন সংখ্যা, অক্ষর বা শব্দকে প্রতীকের একটি বিশেষ গ্রুপ দ্বারা প্রকাশ করা হয়, তখন প্রতীকের ঐ গ্রুপকে কোড বলা হয়। ডিজিটাল সিস্টেমে বাইনারী ডিজিটে ব্যবহার করে কোড গঠন করা হয়।

কাজের সুবিধার জন্য বিভিন্ন ধরনের কোড ব্যবহৃত হয়। যেমন– BCD কোড, এক্সেস-3 কোড, গ্রে-কোড, হ্যামিং কোড ইত্যাদি।

৩.১ বিসিডি কোড, এক্সেস-3 কোড, গ্রে-কোড, ইউনিকোড এবং অ্যাসকি কোড-এর বর্ণনা (State BCD code, Excess-3 code, Gray code, Unicode and ASCII code) ঃ

❐ **BCD Code :** BCD এর পূর্ণ নাম Binary coded decimal. এটি বাইনারী 4-বিটের একটি কোড যার মাধ্যমে ডেসিমাল 0 থেকে 9 পর্যন্ত সংখ্যা প্রকাশ করা যায়।

নিচের ডেসিমাল 0 থেকে 9 পর্যন্ত ডিজিটের BCD Code দেখানো হলো–

Decimal	BCD
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001

❐ **এক্সেস-3 কোড (Excess-3 code) ঃ** Excess-3 কোড বলতে বুঝায়, যে-কোনো ডেসিমেল সংখ্যার প্রতিটি ডিজিট-এর সাথে অতিরিক্ত তিন যোগ করে তার সমতুল্য চার ডিজিটের বাইনারিতে রূপান্তর করাকে।

নির্ণেয় পদ্ধতির ধাপ দুটি–

পদ্ধতি-১ ঃ এর প্রত্যেকটি অঙ্কের সাথে আলাদাভাবে তিন যোগ করতে হবে।

পদ্ধতি-২ ঃ যোগ করার পর প্রতিটি ডেসিমেল সংখ্যাকে চার বিটের বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর করতে হবে।

উদাহরণ-১। $(580)_{10} = (?)_{\text{Excess-3}}$

সমাধান ঃ

5	8	0
+ 3	+ 3	+ 3
8	11	3
↓	↓	↓
1000	1011	0011

$\therefore (580)_{10} = (100010110011)_{\text{Excess-3}}$

❐ গ্রে কোড (Gray code) : এটি এমন এক ধরনের কোড, যাতে একটি সংখ্যা হতে পরবর্তী সংখ্যায় যেতে মাত্র এ বিটের পরিবর্তন ঘটে। এটি কম্পিউটারের ইনপুট ও আউটপুট ডিভাইস এবং অ্যানালগ টু ডিজিটাল কনভার্টারে ব্যবহৃত হয়। এটি একটি নন-ওয়েটেড (Non wighted code) কোড। একে রিফ্লেকটেড কোডও বলা হয়।

এক বিটের গ্রে কোড–

বাইনারী কোড	গ্রে কোড
0	0
1	1

দুই বিটের গ্রে কোড–

বাইনারী কোড	গ্রে কোড
00	00
01	01
10	11
11	10

তিন বিটের গ্রে কোড–

বাইনারী কোড	গ্রে কোড
000	000
001	001
010	011
011	010
100	110
101	111
110	101
111	100

বাইনারি হতে গ্রে-কোডে রূপান্তর পদ্ধতি নিম্নরূপ–

১। বাইনারি সংখ্যার সর্ব বামের বিটই গ্রে-কোডের সর্ব বামের বিট হবে।

২। বাইনারি সংখ্যার বামদিক হতে দ্বিতীয় বিটের সাথে প্রথম বিট যোগ করে যোগফল গ্রে কোডের দ্বিতীয় বিটে ব হবে। তবে যোগফলের হাতের অঙ্ক বাদ দিতে হবে।

৩। বাইনারি সংখ্যার বামদিক হতে তৃতীয় বিটের সাথে দ্বিতীয় বিটটি যোগ করে যোগফল বামদিক হতে তৃতীয় বিট হি বসাতে হবে।

৪। এভাবে বাইনারি সংখ্যার সর্বশেষ বিট পর্যন্ত চলতে থাকবে।

উদাহরণ-২। (1001) গ্রে-কোডকে বাইনারিতে রূপান্তর কর।

সমাধান:

1 ↗ 0 ↗ 0 ↗ 1 → গ্রে-কোড

1 1 1 0 → বাইনারি কোড

∴ নির্ণেয় বাইনারি সংখ্যা = $1110_{(2)}$

উদাহরণ-৩। $1101_{(2)}$ এর গ্রে-কোড নির্ণয় কর।

সমাধান:

1 1 0 1

1 0 1 1

∴ নির্ণেয় গ্রে-কোড = (1011)Gray

CamScanner

উদাহরণ-৪ । $(1100)_2$ কে গ্রে-কোডে রূপান্তর কর।

সমাধান:

∴ নির্ণেয় গ্রে-কোড = (1010) Gray

ঠিক একইভাবে গ্রে-কোড থেকে বাইনারি সংখ্যায় রূপান্তর করা যায়।

❑ **বিসিডি কোড (BCD code) ঃ** প্রথমে যে নাম্বারিং সিস্টেমে দেয়া থাকবে, সেটা থেকে ডেসিমেলে রূপান্তর করতে হবে এবং ডেসিমেলের প্রতিটি ডিজিট-কে চার বিটের বাইনারিতে রূপান্তর করে পাশাপাশি বসাতে হবে।

এটি বর্তমানে বহুল ব্যবহৃত একটি কোড, যা ক্যালকুলেটর, কাউন্টার, ঘড়ি, ডিজিটাল মিটার ইত্যাদিতে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।

উদাহরণ-৫ । $(5D.6)_{16} = (?)_{BCD}$

সমাধান: $(5D.6)_{16}$

$= 5 \times 16^1 + 13 \times 16^0 + 6 \times 16^{-1}$

$= 80 + 13 + 0.375$

$= (93.375)_{10}$

9	3	.	3	7	5
↓	↓		↓	↓	↓
1001	0011		0011	0111	0101

$\therefore (5D.6)_{16} = (10010011.0011\ 0111\ 0101)_{BCD}$

উদাহরণ-৬ । $(25)_{10}$ এর BCD কত?

সমাধান:

2	5
↓	↓
0010	0101

$\therefore (25)_{10} = (00100101)_{BCD}$

উদাহরণ-৭ । $(531)_{10}$ এর BCD কোড নির্ণয় কর।

সমাধান:

5	3	1
↓	↓	↓
0101	0011	0001

$\therefore (531)_{10} = (010100110001)_{BCD}$

❑ **ইউনিকোড (Unicode) ঃ** ইউনিকোডকে সর্বজনীন কোডও বলা হয়। এটি 16 বিট কোড। বিভিন্ন ধরনের ক্যারেক্টার ও টেক্সটকে প্রকাশ করার জন্য ইউনিকোড ব্যবহার করা হয়। এর মাধ্যমে $2^{16} = 65536$টি অদ্বিতীয় চিহ্নকে নির্দিষ্ট করা যায়। ১৯৯১ সালে অ্যাপল কম্পিউটার কর্পোরেশন এবং Xerox Corporation-এর একদল কম্পিউটার প্রকৌশলী পৃথিবীর সব ভাষাভাষীর জন্য তাদের ভাষায় কম্পিউটিং করা সহজ করার লক্ষ্যে যৌথভাবে ইউনিকোড উদ্ভাবন করেন। Unicode Consortium-এর সদস্য হয়ে বাংলা ভাষাও ইউনিকোডভুক্ত হয়েছে।

বর্তমানে HP, IBM, Microsoft, Apple, Oracle, Unisys, Sun, Sybase Sap এবং আরও অনেক ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হচ্ছে। এ Code দ্বারা Greek, Latin, Arabic, Japanese, Korea, ... ইত্যাদি আরও সব ধরনের ভাষা এবং Graphical, Typographical, Mathematical এবং Scientific চিহ্নসমূহের রূপান্তর Table তৈরি করে সর্বক্ষেত্রে ব্যবহৃত হচ্ছে। এর 32-bit ভার্শনের কোড টেবিল 2^{16} সাবসেটে বিভক্ত, প্রত্যেক সাবসেটে 2^{16} Character থাকে। প্রত্যেক সাবসেটকে BMP বা Basi Multilingual Plane বলে, যাতে 00000000 থেকে 0000 FFFF পর্যন্ত Character থাকে। 2^{16} সাবসেটকে 00010000 থেকে 0001FFFF দ্বারা বুঝানো হয়। এভাবে BMP-তে অসংখ্য Slot থাকে। Unicode-কে 'U+' দ্বারা নির্দেশ করা হয়। উদাহরণস্বরূপ 'A' এবং 'e'-কে Unicode এ U + 0041 এবং U + 0065 দ্বারা বুঝানো হয়।

CamScanner

❐ **অ্যাসকি কোড (ASCII code) ঃ** কম্পিউটারে সংখ্যা, অক্ষর এবং অন্যান্য সংকেত ব্যবহার করার জন্য ASCII কোড ব্যবহার করা হয়। ASCII হলো American Standard Code for Information Interchange-এর সংক্ষিপ্ত নাম। ASCII কোডে সাতটি বিট ব্যবহার করা হয়। এর ফরম্যাট হলো $X_6\ X_5\ X_4\ X_3\ X_2\ X_1\ X_0$; যেখানে X এর মান 1 অথবা 0 হতে পারে। যেমন– A এর ASCII কোড হলো, 1000001। সাতটি বিট দিয়ে সর্বমোট 128টি কোডে তৈরি করা সম্ভব।

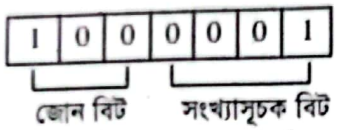
ASCII-এর পূর্ণ অর্থ American Standard Code for Information Interchange. ১৯৬৫ সালে Robert William Bemer সাত বিটের ASCII কোড উদ্ভাবন করেন। এটি একটি বহুল প্রচলিত 7 বিট কোড, যার বাম দিকের তিনটি বিটকে জোন এবং ডান দিকের চারটি বিটকে সংখ্যাসূচক বিট ধরা হয়। তবে সর্ববামে একটি প্যারিটি বিট যোগ করে একে (ASCII-8) আট বিট ASCII-তে পরিণত করা হয়। এই কোডের 7টি বিট দ্বারা $2^7 = 128$টি ক্যারেক্টার প্রকাশ করা যায়।

ASCII কোড দুই প্রকার, যথা–

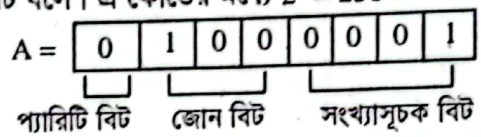
(i) ASCII-7

(ii) ASCII-8

(i) ASCII-7 ঃ



(ii) ASCCII-8 : এটি 8 বিটের কোড। সর্ব বামদিকের বিটটিকে প্যারিটি বিট এবং সর্ব ডানদিকের চারটি বিটকে নিউমেরিক বিট বলে এবং মাঝারি তিনটি বিটকে জোন বিট বলে। এ কোডের মধ্যে $2^8 = 256$ টি অদ্বিতীয় চিহ্নকে নির্দিষ্ট করা যায়।



অ্যাসকি সারণিতে 0 থেকে 31 এবং 127 মানযুক্ত ক্যারেক্টারকে কন্ট্রোল ক্যারেক্টার বলে। 32 থেকে 64 বিশেষ ক্যারেক্টার, 65 থেকে 96 হচ্ছে বড় হাতের অক্ষর ও কিছু চিহ্ন। 97 থেকে 127 হচ্ছে ছোট হাতের অক্ষর ও কিছু চিহ্ন। 0–9 পর্যন্ত অক্ষরগুলোকে আট বিট বাইনারিতে রূপান্তর করে তার সামনে 0011 যুক্ত করলেই অ্যাসকি কোডে রূপান্তরিত হয়।

$(167)_{10} = (00110001\ 00110110\ 00110111)_{ASCII}$

৩.২ এক কোড হতে অন্য কোডে রূপান্তর (Convert one code to another) ঃ

বাইনারি/অক্টাল/হেক্সাডেসিমেল হতে BCD কোডে রূপান্তর ঃ

উদাহরণ-৮। $(100\ 100)_2$-কে BCD কোডে রূপান্তর কর।

সমাধান ঃ $(100\ 100)_2$

$= 1\times2^5 + 0\times2^4 + 0\times2^3 + 1\times2^2 + 0\times2^{-1} + 0\times2^{-2}$

$= 32 + 4$

$= (36)_{10}$

$= (0011\ \ 0110)_{BC}$

$\therefore (100\ 100)_2 = (0011\ 0110)_{BCD}$

উদাহরণ-৯। $(75.2)_8$-কে BCD কোডে রূপান্তর কর।

সমাধান ঃ $(75.2)_8$

$= 7\times8^1 + 5\times8^0 + 2\times8^{-1}$

$= 56 + 5 + 0.25$

$= (61.25)_{10}$

$= (0110\ 0001.\ 0010\ 0101)_{BCD}$

$\therefore (75.2)_8 = (0110\ 0001\ .\ 0010\ 0101)_{BCD}$

উদাহরণ-১০। $(A9D.45)_{16}$-কে BCD-তে প্রকাশ কর।

সমাধান ঃ

$(A9D.45)_{16}$ | A = 10, D = 13

$= 10\times16^2 + 9\times16^1 + 13\times16^0 + 4\times16^{-1} + 5\times16^{-2}$

$= (2717.2695)_{10}$

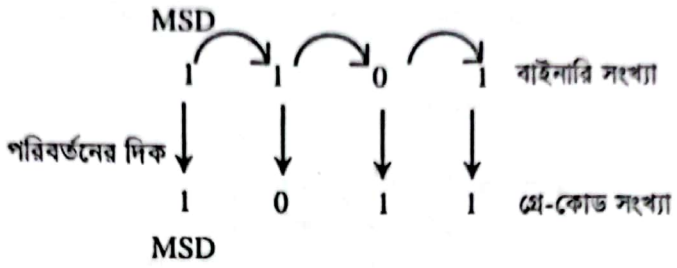
$= (0010\ 0111\ 00010111\ .\ 0010\ 0110\ 1001\ 0101)_{BCD}$

$= (0010\ 0111\ 00010111\ .\ 0010\ 0110\ 1001\ 0101)_{BCD}$

CamScanner

❐ বাইনারি হতে গ্রে কোডে রূপান্তর (Conversion of Binary to gray code) :

বাইনারি কোডকে গ্রে-কোডে পরিণত করতে হলে বাইনারি সংখ্যার MSD (Most significant digit)-কে গ্রে-কোডের MSD হিসেবে বাইনারি সংখ্যার MSD-এর নিচে বসাতে হবে। তারপর বাকি বাইনারি সংখ্যাগুলো পাশাপাশি একটার সাথে একটা যোগ করে যোগফল বাইনারি সংখ্যার নিচে বসবে, Carry থাকলে তা বাদ দিতে হবে। যেমন– নিম্নে একটি উদাহরণ দিয়ে কীভাবে বাইনারিকে গ্রে-তে নিতে হয় তা দেখানো হলো–



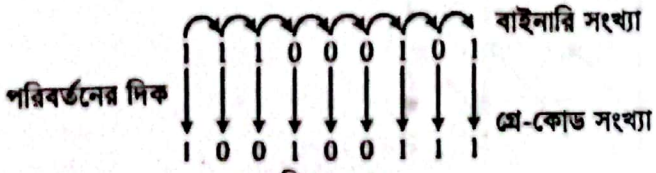
চিত্র : ৩.১

এখানে 1101 বাইনারি সংখ্যার বামদিক হতে প্রথম 1 বাইনারি MSD, তাই এই 1 গ্রে-কোডের MSD হলো। তারপর বাইনারি MSD-1 এর সাথে ডানপার্শ্বের 1 যোগ করলে 0 হয় তা বাইনারি দ্বিতীয় 1 এর নিচে বসল (ক্যারি বাদ গেল)। এরপর দ্বিতীয় বাইনারি 1 এর সাথে বাইনারি তৃতীয় বিট 0 যোগ করলে 1 হয়। এই 1 বাইনারির তৃতীয় বিট 0 এর নিচে বসল। এভাবে বাইনারির তৃতীয় বিট 0 এর সাথে বাইনারির চতুর্থ বিট 1 যোগ করলে 1 হয়; এই 1 বাইনারির ৪র্থ বিট এর নিচে বসল। এভাবে বাইনারি সংখ্যা 1101 কে গ্রে-কোড, এ রূপান্তর করলে 1011 হলো।

উপরোক্ত নিয়মে বাইনারি সংখ্যাকে গ্রে-কোডে রূপান্তর করে নিচে একটি সারণি দেয়া হলো–

বাইনারি	গ্রে-কোড
0000	0000
0001	0001
0010	0011
0111	0100
0100	0110
0101	0111
0110	0101
0111	0100
1000	1100
1001	1101
1010	1111
1011	1110
1100	1010
1101	1011
1110	1001
1111	1000
10000	11000

নিম্নে একটি 8-বিট বাইনারি সংখ্যাকে গ্রে-কোডে রূপান্তর করে দেখানো হলো–



চিত্র : ৩.২