

Дәріс 4. Кодтаудың мақсаты мен міндеттері. Позициялық кодтау. Грей коды.

Дәріс жоспары.

1. Кодтаудың мақсаты мен міндеттері.
2. Позициялық кодтау.
3. Грей коды.

Кодтаудың мақсаты мен міндеттері.

Кодтау (таңбалау, код беру) дегеніміз – информацияны бір түрден екінші түрге түрлендіру. Байланыс техникасында таңбалау хабарды ажыратылатын символдар тізбегіне айналдыру операциясын білдіреді. Реалды жүйелерде теңестіретін өшіре-тін шуылдар қозулар болады, сондықтан информацияның бөлігі жоғалады. Демек, информацияның сақталу заңы dI теңсіздігі түрінде жазылады. Теңдік белгісі асимптотикалық түрде оптималдық таңбалауға сәйкес келеді. Таңбалау деп жалпы жағдайда $A\{\lambda_i\}$, $i = 1, 2, \dots, K$ мәліметтер алфавитін $\{x_j\}$, $j = 1, 2, \dots, N$ кодтық символдарға айналдыруын айтады. Әдетте (бірақ міндет- те емес) кодтық символдар алфавиттің мөлшері ($\dim\{x_j\}$) көз алфавиттің мөлшерінен ($\dim A\{\lambda_i\}$) аз болады.

Электр байланыста «таңбалау» терминінің бірнеше мәні бар: әріпті нүктелер мен тирелердің тізбегімен беру, сигнал мәнінің санауларын екі немесе көп мүмкін мәндері бар импульстермен беру.

Мәліметтерді таңбалау әр түрлі мақсатты – жіберетін берілгендердің көлемін қысқарту (берілгендерді қысу), уақыт бірлігінде өтетін информация санын көбейту (жылдамдығын арттыру), жіберу ақиқаттығын ұлғайту, жіберген кезде информацияның құпиялығын қамтамасыз ету және т.б. мақсаттарға арналған.

АЖ РТЖ моделінде көзді таңбалауды оның жіберу жылдам- дығын арттыру немесе жіберуге арналған жиілік жолын қысқар- ту мақсатына жету үшін информацияның көлемін азайту (қысу) деп білеміз.

Көздің таңбалауын кейде экономды, артықты емес немесе тиімді таңбалау және берілгендерді қысу деп атайды. Тиімді- лікті осы жағдайда таңбалаумен қамтамасыз ететін берілгендер- дің көлемін азайту дәрежесі деп білеміз.

Егер сығылған берілгендер бойынша бастапқы информация абсолютты дәл алғашқы қалпына келтірілсе, онда мұндай таң- балау беріктілікті деп аталады. Беріктілікті таңбалауды мәтіндік информация, сандық берілгендер, компьютерлік файлдар және алғашқы және қалпына келтірілген берілгендердің аз айырмашылықтары болмауы тиіс жағдайларда қолданады.

Көп жағдайларда информацияны көзден оның тұтынушысына абсолютті дәл түрінде жіберу қажеті жоқ және байланыс каналында әрдайым бөгеттер болады, сондықтан абсолютті дәл жіберу принципінде мүмкін емес. Осындай жағдайларда алғашқы мәліметке қандай да бір жуықтау дәрежесімен қамтамасыз ететін бұзу, қысу әдісін қолдану қажет. Қағида бойынша, қысу- дың бұзу әдістерінің беріктіліктеріне қарағанда тиімділігі жоғары. →

Осыдан көз кодерінің шықпасында $\lambda(t)$ немесе жіберілетін мәліметтер бойынша информациялық тізбек деп аталатын X кодтық символдар тізбегі құрылады, ол бастапқы мәліметтің абсолютті дәл (немесе жуықталған) алғашқы түріне келтіруге мүмкіндік береді және мүмкіншілік болғанша мөлшері аз болады.

Көздің кодерінде қолданатын бірнеше әдістерді қарастыра- мыз: Шеннон-Фано әдісі, арифметикалық, Хаффман, LZ әдіс- тері.

Байланыс каналымен информацияны жіберген кезде бөгеу- лердің кесірінен берілгендерде қателер пайда болуы мүмкін. Егер осындай қателердің шамасы аз болса немесе олар сирек кездессе, информацияны қолдануға болады. Қателердің саны көп кезде информацияны қолдануға болмайды.

Канал кодерінде қолданатын әдісті бөгеуге орнықты код- тау деп атайды. Бұл – бөгеттері бар байланыс каналымен жібер- генде пайда болатын қателер санын азайтуын қамтамасыз ететін жіберілетін берілгендердің өңдеу тәсілі. Бөгеуге орнықты код- таудың бірнеше әдістері бар, бірақ олардың барлығы келесіге негізделген: берілетін мәліметтерге арнайы түрмен ұйымдасты- рылған артықшылық енгізіледі (берілетін кодтық тізбекке артық символдар қосылады), ол қабылдағышта қатені тауып және тү- зетуге мүмкіндік береді. Осылай, егер көзді таңбалағанда мәлі- меттегі жаратылыс артықшылықты жоюға тырысса, каналда таңбалау кезінде жіберілетін хабарға артықшылықты әдейі енгізеді. Нәтижесінде канал кодерінің шықпасында кодтық тізбек деп аталатын $Y (X)$ символдар тізбегі пайда болады. Информацияны жіберген кезде бөгетке тұрақты кодтауы да, берілгендердің қысуы да міндетті операциялар емес екенін ай- тып кетейік. Бұл үдерістер (АЖ РТЖ құрылымдық схемасын- дағы сәйкесінше блоктар) жоқ болуы мүмкін. Бірақ бұл жүйенің бөгетке тұрақтылығына елеулі шығын әкеледі, ақпаратты жіберу жылдамдығы азаяды және жіберу сапалығы төмендейді. Сон- дықтан қазіргі барлық жүйелер (тек ең қарапайым жүйелерді қарамағанда) берілгендердің тиімді де, бөгеуге тұрақты да кодтаулардан тұруы керек.

Позициялық кодтау.

Позициялық кодтау — бұл кодтаудың ең кең тараған және тиімді түрлерінің бірі, мұнда әрбір таңбаның мәні оның сан ішіндегі орнына (позициясына) байланысты анықталады. Яғни, бір цифрдың салмағы оның орналасу орнына қарай өзгереді. Мысалы, ондық жүйеде санның әрбір цифры 10 санының белгілі бір дәрежесіне көбейтіледі: оң жақтағы ең соңғы цифр – 10010^0100 , келесі цифр – 10110^1101 , содан кейін 10210^2102 және т.б. Бұл тәсілдің негізгі артықшылығы – сандарды ықшам әрі нақты көрсету және арифметикалық амалдарды орындауды жеңілдету.

Позициялық жүйелердің негізгі түрлеріне екілік (2), сегіздік (8), ондық (10) және он алтылық (16) жүйелер жатады. Екілік жүйеде тек 0 мен 1 цифрлары қолданылады, бұл жүйе қазіргі компьютерлік және цифрлық құрылғылардың негізі болып табылады. Әр цифрдың мәні 2 санының дәрежесіне байланысты: мысалы, $(1011)_2 = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 11_{10}$ $(1011)_2 = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 11_{10}$

$=1 \cdot 23 + 0 \cdot 22 + 1 \cdot 21 + 1 \cdot 20 = 1110$. Осылайша, позициялық кодтау көмегімен кез келген санды екілік формада дәл көрсетуге болады.

Позициялық кодтаудың басты ерекшелігі – **салмақтылық қасиеті**, яғни әрбір позиция белгілі бір салмаққа ие. Бұл қасиет арифметикалық амалдарды (қосу, азайту, көбейту, бөлу) логикалық деңгейде жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Компьютер архитектурасында позициялық кодтау сандарды жадыда сақтау мен өңдеу кезінде қолданылады. Әсіресе, екілік позициялық кодтар микропроцессорлардың, микроконтроллерлердің және логикалық схемалардың жұмыс істеу принципін анықтайды.

Сонымен қатар, позициялық кодтау тек сандарды емес, символдарды да бейнелеуде қолданылады. Мысалы, ASCII және Unicode кодтау жүйелерінде әрбір әріпке, белгіге немесе таңбаға белгілі бір екілік код (биттер тізбегі) беріледі. Бұл компьютерге мәтінді, суретті, дыбысты және басқа ақпарат түрлерін біртұтас екілік форматта өңдеуге мүмкіндік береді. Осылайша, позициялық кодтау тек математикалық құрал ғана емес, ақпаратты өңдеудің әмбебап әдісі болып табылады.

Қорытындылай келе, позициялық кодтау ақпараттық технологиялардың іргетасы саналады. Ол арқылы мәліметтерді тиімді сақтау, өңдеу және беру қамтамасыз етіледі. Позициялық жүйенің арқасында компьютерлер мен цифрлық құрылғылар кез келген ақпаратты нақты, құрылымды түрде кодтай алады. Бұл әдістің қарапайымдылығы мен әмбебаптығы оның заманауи криптографиядан бастап жасанды интеллект жүйелеріне дейінгі түрлі салаларда қолданылуын қамтамасыз етеді.

Грей коды.

Грей коды - екілік код, ол айна коды немесе шағылысу коды деп те аталады, онда екі «көршілес» (реттелген, яғни лексикографиялық жиынтықта) код комбинациялары тек бір екілік сандағы санмен ғана ерекшеленетін болады. Басқаша айтқанда, көршілес код комбинациялары арасындағы Хамминг қашықтығы 1-ге тең.

Ең көп қолданылатын екілік Грей коды - рефлексивті екілік Грей коды, дегенмен жалпы алғанда, әртүрлі алфавиттерден алынған сандармен сандық мәндері бар шексіз Грей кодтары бар. Көп жағдайда «Сұр код» термині рефлексивті екілік Грей кодын білдіреді.

Бастапқыда электромеханикалық қосқыштардың жалған жұмысынан қорғау үшін жасалған Грей кодтары қазір байланыс жүйелеріндегі қателерді анықтау мен түзетуді жеңілдету үшін, сондай-ақ басқару жүйелерінде кері байланыс сигналдарын генерациялау үшін кеңінен қолданылады.

Грей коды — бұл позициялық емес, ерекше қасиетке ие бинарлық код түрі, онда көршілес кодтық комбинациялар бір-бірінен тек бір ғана биттің өзгеруімен ерекшеленеді. Бұл қасиет Грей кодын аппараттық жүйелерде қателіктер ықтималдығын азайту үшін қолдануға мүмкіндік береді. Мысалы, екілік жүйеде бір мәннен келесі мәнге өткенде бірнеше бит қатар өзгеруі мүмкін, ал Грей кодында тек бір бит өзгереді. Осы себепті оны “бірқадамдық код” немесе “бір битті өзгертетін код” деп те атайды.

Грей кодын алғаш рет 1930 жылдары американдық инженер Фрэнк Грей ұсынған. Ол бұл кодты механикалық және электрлік өлшеу құрылғыларында сигнал ауысу кезінде болатын қателерді азайту үшін ойлап тапқан. Мысалы, айналмалы датчик немесе энкодер бір позициядан келесіге өткенде бірнеше бит бірден өзгерсе, қысқа уақыт ішінде жалған мән тіркелуі мүмкін. Грей коды бұл мәселені шешіп, тек бір биттің өзгеруін қамтамасыз етеді, осылайша ауысу кезіндегі қателік ықтималдығын төмендетеді.

Грей кодтарының қолданылу саласы өте кең. Ол цифрлық жүйелерде, әсіресе аналогтық мәндерді цифрлыққа түрлендіру (АЦП) кезінде жиі пайдаланылады. Сонымен қатар, кодтау теориясында, микропроцессорлық техникада, робототехникада және санағыш құрылғыларда Грей коды артықшылық береді. Бір биттің ғана өзгеруі арналық шу мен логикалық өтпелі процестердің әсерін азайтады, бұл жүйенің тұрақтылығын арттырады.

Қорытындылай келе, Грей коды — бұл қарапайым, бірақ аса маңызды инженерлік шешімдердің бірі. Оның басты артықшылығы — код комбинациялары арасындағы минималды айырмашылық және соның нәтижесінде қателіксіз, сенімді сигнал беру мүмкіндігі. Грей коды ақпараттық технологияларда, цифрлық электроникада және өлшеу жүйелерінде дәлдік пен тұрақтылықты қамтамасыз ететін тиімді кодтау әдісі болып саналады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Асанов С. *Физикалық энциклопедия*. — Алматы: Қазақ энциклопедиясы, 2003.
2. Шеннон К. *Математическая теория связи*. — М.: Наука, 1963.
3. Клаузиус Р. *О движущей силе тепла и законах, пригодных для этого движения*. — Берлин, 1865.
4. Больцман Л. *Избранные труды по статистической физике*. — М.: Наука, 1984.