એકમ-7

માહિતી સિદ્ધાંત : માપ અને વિષય વસ્તુ મૂલ્યાંકન

Information theory : Measure and contents Evaluation

: રૂપરેખા :

7.0 ઉદ્દેશો (Objectives)

7.1 પ્રસ્તાવના (Introduction)

7.2 માહિતી સિધ્ધાંતના અભિગમો

(Approaches to Information Theory)

7.3 માહિતી મૂળભૂતતા (Information Basics)

7.4 માહિતી માપ (Information Measure)

7.5 માહિતી ઉત્ક્રમ (Information Entrophy)

7.6 માહિતી પ્રત્યાયન (Information Communication)

7.6.1 કાર્યક્ષમ પ્રત્યાયન (Efficient Communication)

7.6.2 વિશ્વસનીય પ્રત્યાયન (Reliable Communication)

7.7 શાબ્દિક માહિતી સિધ્ધાત (Samantic Information Theory)

7.8 સારાંશ (Summary)

7.9 તમારી પ્રગતિ ચકાસોના ઉત્તરો (Answers to Self check Exercises)

7.10 ચાવીરૂપ શબ્દો (Keywords)

7.11 સંદર્ભો અને વિશેષ વાંચન (References and Further Reading)

7.0 ઉદ્દેશો (OBECTIVES)

- **આ એકમ વાંચ્યા પછી, તમે સમજી અને પ્રસંશા કરી શકશો :**
- હાલના સમાજમાં માહિતીનું મહત્વ
- માહિતી સિધ્ધાંત માટેની જરૂરિયાત ઓળખવી ;
- માહિતીના વિવિધ દષ્ટિકોણો
- માહિતી સિદ્ધાંતના વિવિધ અભિગમો
- માહિતીની એક વૈજ્ઞાનિક વ્યાખ્યા
- માનવ વિચાર પ્રક્રિયાના ભાગ તરીકે માહિતી
- માહિતીને કેવી રીતે માપવી ?
- માહિતી ઉત્કર્મ શું છે ?
- માહિતી ઉત્ક્રમ કેવી રીતે ગણવી ?
- માહિતી ફેરબદલીમાં કાર્યક્ષમતા કેવી રીતે હાંસલ કરવી ?
- સ્ત્રોત સંકેતિકરણ એટલે શું ? તેનો હેતુ
- વિશ્વસનીય માહિતી ફેરબદલી માટે ચેનલ સંકેતિકરણ
- શાબ્દિક માહિતી સિધ્ધાંતનો પાયો
- સબંધી માહિતી વિષય વસ્તુના માપો અને
- વિવિધ પરિણામો જે સંદર્ભની વ્યાખ્યા કરે.

7.1 પ્રસ્તાવના (INTRODUCTION)

જ્ઞાન માટેની શોધ એ માનવ ઉત્ક્રાંતિની મહત્વની બાબત છે. માહિતી જ્ઞાનના વિકાસમાં મહત્વનો ઘટક છે. માનવજાતની પ્રારંભિક સંસ્કૃતિથી, માહિતીએ સામાજિક વિકાસ અને મનુષ્યના જીવનધોરણો સુધારવામાં મહત્વની ભૂમિકા ભજવી છે. માહિતી આર્થિક, રાજકીય, આરોગ્ય, સાંસ્કૃતિક શૈક્ષણિક અને રાષ્ટ્રના અન્ય ક્ષેત્રોના વિકાસ સાથે નજીકથી જોડાયેલ છે તે હવે સારી રીતે જાણીએ છીએ કે માહિતીનો અસરકારક ઉપયોગ અત્યાર સુધી બિનઉત્પાદક સાધનોને મૂલ્યવર્ધિત આર્થિક સાધનોમાં બદલી શકે છે. આનુ ઉદાહરણ માનવ કચરામાંથી બનાવેલ બાયોગેસ અને બળતણ ગોળો છે. માહિતી દેશની રાજકીય તાકાતમાં ઘણો બધો ફાળો આપે છે, આપણે કહીએ છીએ કે માહિતીમાં નબળા રાષ્ટ્રો કરતા માહિતી સમૃદ્ધ રાષ્ટ્રો વધુ શક્તિશાળી છે. સામાજિક અને આર્થિક વિકાસ માટે વિજ્ઞાન અને ટેકનોલોજીનો સફળતાપૂર્વક ઉપયોગ માહિતીના અસરકારક ઉપયોગ પર આધારિત છે. ઘણા દેશોમાં સામાન્ય માણસો માટે સુલભ થાય તેવા હેતુથી વિજ્ઞાન અને ટેકનોલોજી માહિતી કેન્દ્રોની રચના કરવામાં આવી છે. ભારત આવા એક ડઝન જેટલાં કેન્દ્રો ધરાવે છે. અપેક્ષિત આયુષ્યમાં વધારો અને વસ્તીવધારો મોટાપાયે સરકારી કામગીરીમાં પરિણમ્યું છે. જે માહિતીના વ્યાપક ઉપયોગ માટેનું કહેણ છે. આમ, હાલનાં સમયમાં માહિતી રાષ્ટ્રીય વિકાસમાં મહત્વની ભૂમિકા ભજવે છે અને બધી માનવીય પ્રવૃતિઓ માટે ચાલક બળ તરીકે ગણાય છે પરિણામે, હાલનો સમાજ માહિતી સમાજ તરીકે ઓળખાવવામાં આવે છે.

માહિતી માત્ર ત્યારે જ ઉપયોગી થાય જ્યારે તે ઉત્પાદકથી અન્ય સંભવિત વપરાશકર્તા સુધી પહોંચે. માહિતી પ્રત્યાયન માહિતી જેટલું જ પ્રાચીન છે. શરૂઆતના દિવસોમાં માહિતીને એક વ્યક્તિથી અન્ય સુધી મોકલવ સંદેશાવાહકનો ઉપયોગ થતો હતો. સંદેશાઓના વહન માટે પક્ષીઓને તાલીમ આપવામાં આવતી હતી. કેટલીક અન્ય ટેકનીકો પણ છે. જેમાં પ્રત્યાયન માધ્યમ તરીકે મુક્ત જગ્યાનો ઉપયોગ થતો હતો. ઢોલ વગાડવો, ઝંડો ફરકાવવો અને આગનો પ્રકાશ આ કેટલીક પ્રાચીન ટેકનીકો છે. આ ટેકનીક અંતર્ગત સંકેતિકરણનો ખ્યાલ છે. જ્યાં ચોક્કસ ક્રિયા એક ચોક્કસ પૂર્વ નિર્ધારિત સંદેશો પાઠવે છે. ઉદાહરણ તરીકે,એક લાલ ઝંડો ફરકાવવો એ એક તોળાઈ રહેલા ભયની ચેતવણી હોઈ શકે છે. માહિતી પ્રત્યાયનમાં આગામી મુખ્ય પગલાં પોસ્ટલ નેટવર્ક છે. જેનો આજે વ્યાપક ઉપયોગ થાય છે. આધુનિક ટેલિકોમ્યુનિકેશન્સ ટેલિગ્રાફી સાથે 1837માં શરૂ થયુ. આ પધ્ધતિમાં માહિતી ઈલેક્ટ્રીકલ, ઓપ્ટિકલ અથવા ઈલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક સંકેતો દ્વારા પરિવહન થતી. લગભગ 1950 સુધી ટેલિકોમ્યુનિકેશન પધ્ધતિ એનલોગ ટેકનોલોજી પર આધારિત હતી. 1930 ના બીજા અડધામાં ડિજિટલ પ્રત્યાયનના સિધ્ધાંતો રજુ થયાં અને 1940 ના મધ્યમાં પ્રથમ ડિજિટલ કોમ્પ્યુટરનું નિર્માણ થયુ હતું. ત્યારથી, ડિજિટલ ટેકનોલોજી બંને પ્રત્યાયનો અને કોમ્પ્યુટરોના ક્ષેત્રોમાં કૂદકે અને ભૂસકે આગળ વધી રહી છે. આ પધ્ધતિઓમાં બાયનેરી કોર્ડિંગનો વ્યાપક ઉપયોગ થાય છે.

હજુ માહિતીનું અન્ય પાસું જે ધ્યાનમાં રાખવું જરૂરી છે તેનું પ્રચંડ કદ છે. માનવ સંસ્કૃતિના શરૂઆતના દિવસોમાં માહિતી ઉત્પતિ એક ધીમી પ્રક્રિયા હતી. વસ્તી ઓછી હતી અને માત્ર થોડી વ્યક્તિઓ નવા જ્ઞાનના નિર્માણની પ્રક્રિયામાં સંકળાયેલ હતી. ઔદ્યોગિક યુગના આગમન સાથે વિશ્વની વસ્તીવધારો એ માહિતી ઉત્પતિ અને પ્રસરણમાં નોંધપાત્ર વધારો લાવ્યો છે. વર્ષ 1800 સુધીમાં પેદા થતો માહિતીનો જથ્થો દર 50 વર્ષે બમણો થતો હતો અને વર્ષ 1950 સુધીમાં તે દર 10 વર્ષે બમણો થતો હતો. 20મી સદીના મધ્ય સુધીમાં ઉદ્યોગો, સરકારો અને શૈક્ષણિક વિશ્વ દ્વારા પેદા થતો માહિતીનો જથ્થો બેકાબૂ પ્રમાણ સુધી પહોંચી ગયો હતો. જેથી માહિતીની વ્યવસ્થા માટે નવા રસ્તાઓ શોધવાની જરૂર અનુભવાઈ હતી. આ દિશામાં એક શોધે નવી માહિતી ટેકનોલોજી (Information Technology (IT)) ને જન્મ આપ્યો.

શૈક્ષણિક સમુદાય દ્વારા પેદા થયેલ માહિતી જથ્થો એ હકીકત છે કે આજે વિજ્ઞાન, એન્જિનિયરીંગ, મેડીસીન, સામાજિક વિજ્ઞાન, કલા અને માનવતાના ક્ષેત્રોમાં પ્રકાશિત લગભગ 1,50,000 જર્નલો અને સામયિકો પરથી માપી શકાય છે આનો અર્થ થાય છે કે લગભગ 15 લાખ લેખો શૈક્ષણિક સમુદાય દ્વારા દર વર્ષે લખવામાં આવે છે. ઉદ્યોગ કોઈ અલગ નથી એમ કહી શકાય કે એક જેટ વિમાનના રેખાંકનોનું વજન જેટ વિમાનના પોતાના વજન કરતા વધારે છે. રિમોટ સેન્સિંગ ઉપગ્રહો દરરોજ ટેરાબાઇટ્સ (10 બાઈટ્સ) માં માહિતી એકત્ર કરે છે. જે લગભગ 300 પાનાંઓ દરેકમાં હોય તેવા દસ લાખ પુસ્તકો સમકક્ષ છે. બેકીંગ અને નાણાં ઉદ્યોગને તેમના વિશાળ ડેટાબેંકમાં નાણાં અને કર્મચારી માહિતીનો વિશાળ જથ્થો સંગ્રહાયેલ હોય છે. સરકારી માહિતીનું પરિમાણ વાંધો ઉઠાવવો પણ છે. જમીન રેકોર્ડ, વસ્તી રેકોર્ડ, મતદાર યાદીઓ, પોલિસ રેકોર્ડ, પરવાના રેકોર્ડ, વ્યવહાર રેકોર્ડ, હિસાબી રેકોર્ડ, નીતિઓ - નિયમો, ધારો કાયદાઓ ચૂકાદાઓ અને અન્ય અસંખ્ય માહિતીના ટુકડાઓ હંમેશા વધી રહ્યા છે.

આમ, આ દિવસોમાં માહતી આજીવિકાનો મુખ્ય વિષય છે. તેને ચીજવસ્તુ તરીકે ગણવામાં આવે છે અને કિંમત માટે વેપાર થાય છે. માહિતી અર્થશાસ્ત્ર તાજેતરમાં રસના એક વિષય તરીકે ઉભરી આવ્યો છે. વિશ્વ માહિતી વિસ્ફોટની ઘટનાના સાક્ષી છે. પરિણામે, માનવ સંસ્કૃતિનો હાલનો સમયગાળો યોગ્ય રીતે માહિતી (Information age) કહેવાય છે. ઐતિહાસિક રીતે, માહિતીયુગ 1970 પહેલાંથી સુયોજિત હોવાનો માનવામાં આવે છે. અને બે અથવા બીજી સદી સુધી રહે તેવી અપેક્ષા છે.

માહિતી સમાજ અને માહિતીયુગના સંદર્ભમાં, માહિતીને સંબંધિત અસંખ્ય પ્રશ્નો ઉદ્ભવ્યાં છે. કોણ માહિતી રચે ? આપણે કેવી રીતે આધુનિક ટેલિકોમ્યુનિકેશન પધ્ધતિઓના ઉપયોગથી વિશ્વસનીય અને અસરકારક રીતે માહિતી વહન કરી શકીએ ? કેવી રીતે આપણે વિશાળ જથ્થાની માહિતીને ઓછી જગ્યામાં વ્યવસ્થિત રીતે સંગ્રહી શકીએ છીએ ? આપણે માહિતી સામગ્રીને માહિતી કિંમતના જોડાણ દ્વારા મૂલ્યાકંન કરી શકીએ છીએ ? આવા પ્રશ્નો માહિતી સિધ્ધાંતના વિકાસ તરફ દોરી જાય છે. જે નીચેના પાસાંઓ સાથે સંબંધિત છે.

(1) માહિતીની વિભાવના (કલ્પના) (Concept of Information)

(2) માહિતી માપ (Information Measure)

(3) માહિતી સામગ્રી (Information Content)

(4) માહિતી પ્રત્યાયન (Information Communication)

(5) માહિતી સંગ્રહ (Information Stage)

આ એકમ માહિતી સિધ્ધાતના વિવિધ પાસાંઓનો એક અભ્યાસ છે.

7.2 માહિતી સિધ્ધાંતના અભિગમો (APPROACHES TO INFORMATION THEORY)

માહિતી સિધ્ધાંતમાં અભ્યાસ માહિતીના ત્રણ અલગ દૃષ્ટિકોણથી થાય છે.

- વાક્યરચના પરિપ્રેક્ષ્ય (Syntactic Perspective)
- અર્થપૂર્ણ પરિપ્રેક્ષ્ય (Semantic Perspective)
- સંદર્ભિત પરિપ્રેક્ષ્ય (Contextual Perspective)

વાક્યરચના પરિપ્રેક્ષ્યના અભ્યાસો સ્રોત લાક્ષણિકતાઓ અને તેના પ્રતિક જૂથના ઉપયોગ પર આધારિત છે. આ અભ્યાસો માહિતીના અર્થપૂર્ણ પાસાંઓ સાથે પોતે સંબંધિત નથી. તેનું પ્રાથમિક ધ્યાન આધુનિક પ્રત્યાયન પધ્ધતિઓ દ્વારા અસરકારક રીતે અને વિશ્વસનીય રીતે માહિતી કેવી રીતે રજૂ કરવી અને આપવી તેના પર છે. તેઓ સ્રોત દ્વારા રજુ કરાયેલ સંદેશા દ્વારા કંઈક વહન કર્તા તરીકે માહિતીનું અવલોકન કરે છે. તેઓ ઘટક પ્રતિકોની ઘટનાના વિશ્લેષણ દ્વારા સંદેશાની માહિતી સામગ્રી માપે છે. નીચેના બે વાક્યોને ધ્યાનમાં રાખો :

(1) ડો. જયદીપ શર્મા આ એકમને તૈયાર કરવા સંકલન કરે છે.

(2) આ એકમ તૈયાર કરવા સંકલન ડો. જયદીપ શર્મા દ્વારા કરવામાં આવી રહ્યું છે.

આ બંને વાક્યો વાકયરચના અનુસાર અલગ અલગ છે. પરંતુ સમાન અર્થ અભિવ્યક્ત કરે છે. વાક્યરચના વિશ્લેષણ બે વાક્યોની માહિતી સામગ્રી માટે અલગ અલગ મૂલ્ય પેદા કરી શકે છે. મૂલ્યમાં તેમ છતાં નજીવો ફરક હોઈ શકે છે. વાક્યરચના ટેકનીક પ્રસરણમાં કાર્યક્ષમતા હાંસલ કરવા માટે વિવિધ રીતોમાં બે વાક્યોને કોડ કરી શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે, આપણે કેટલાંક બાયનેરી કોડીંગ સ્વરૂપ અને એક બાયનેરી ટ્રાન્સમિશન ચેનલને ધ્યાનમાં લઈએ તે જાણીએ છીએ કે પ્રથમ વાક્યરચના સ્વરૂપ વારંવાર ઘણો ઉપયોગ થતો હતો. તો તેને નાના બાયનેરી માળા તરીકે અને બીજાને વિશાળ માળા તરીકે કોડેડ થઈ શકે છે. આ કોડિંગ, સરેરાશ ચેનલ પર ઓછા નંબરના બિટ્સ પ્રસારણ થઈ શકે અને પરિણામે ચેનલનો અસરકારક ઉપયોગ થઈ શકે છે.

અર્થપૂર્ણ પરિપ્રેક્ષ્ય સંપૂર્ણ અને ચોક્કસ અર્થના સંદેશા સાથે સંબંધ ધરાવે છે અને સાથે સાથે સંદેશાઓ વચ્ચે માહિતી સામગ્રી સાથે સંબંધિત છે માહિતીનો તે સંદર્ભિત પરિપ્રેક્ષ્ય માત્ર સંદેશામાં શુ સમાયેલ છે તે જ નથી પરંતુ સંદર્ભ જેમાંથી સંદેશો મળે છે. તેમાંથી સંદેશાનો અર્થ મેળવે છે. સંદર્ભિત પરિપ્રેક્ષ્ય વ્યવહારિક પરિપ્રેક્ષ્ય તરીકે પણ ઓળખાય છે. એક જ પરિસ્થિતિને લગતા નીચેના ત્રણ સંદેશાઓને ધ્યાનમાં રાખો :

(1) ભારતમાં નવી દિલ્હી અને આગ્રા વચ્ચે નેશનલ હાઈવે નં. 3 (ને.હા-3) પર ટ્રાફિક જામ છે. સમય : 11-30 કલાક તારીખ : 2 એપ્રિલ, 2005

(2) આ હાઈવે પર ટ્રાફિક જામ છે.

(3) ફરિદાબાદ અને પાલવાલ વચ્ચે આ હાઈવે પર ટ્રાફિક જામ છે.

પ્રથમ સંદેશો સંપૂર્ણ અને ચોક્કસ છે અને વિશ્વમાં કોઈને પણ અર્થ બજાવે છે બીજા સંદેશાની પ્રાપ્તિના સમયે જેઓ ને.હા. 3 પર છે તેમને જ માત્ર સુસંગત છે. આ સંદેશો સંદર્ભ આધારિત છે. સંદર્ભ સ્થળ અને સમય છે. સંદેશો ચોક્કસ સ્થળ (ને.હા. 3) અને ચોક્કસ સમયે (11:30 કલાક 2, એપ્રિલ, 2005) તેઓને અર્થપૂર્ણ માહિતી આપતો નથી., સંદેશાને જો જુદી રીતે જોવામાં આવે તો તે અપૂર્ણ અને નકામો છે. ત્રીજો સંદેશો પણ સંદર્ભ આધારિત છે. પરંતુ, આ સંદેશાની માહિતી સામગ્રી બીજા કરતાં વધારે છે (નોંધ : ફરિદાબાદ અને પાલવાલ ને.હા. - 3 પર આવેલ બે શહેરો છે) કોઈ બીજા અને ત્રીજા સંદેશાઓ વચ્ચે સંબંધિત માપની માહિતી સામગ્રી કહી શકે છે.

અર્થપૂર્ણ અને સંદર્ભલક્ષી અભિગમોના કિસ્સામાં, પ્રાપ્તકર્તા અભ્યાસનો મહત્વનો ઘટક છે. જો બીજો સંદેશો જે નેહા 8 પર કોઈને મોકલવામાં આવ્યો હોત, તો તે ખોટી માહિતી આપશે અને નેહા 8 પર રહેલ વ્યક્તિને તેનુ નકારાત્મક મૂલ્ય હોય તેમ કહી શકાય. ત્રીજો સંદેશો આગ્રા નજીક પ્રવાસ કરતાં ને બદલે ફરિદાબાદ અથવા પાલવાલ નજીક પ્રવાસ કરતાં માટે વધુ મૂલ્યવાન છે. (નોંધ : બંને શહેરો નેહા 3 પર આગ્રા કરતાં દૂર છે) એ જ રીતે, પહેલો સંદેશો એન.આર.આઈ જે હાઈવે પર નથી તેના કરતાં યુએસએમાં રહેતા બિન-નિવાસી ભારતીયો (એનઆરઆઈ) માટે વધારે મૂલ્યવાન છે કે જેનો પરિવાર ને.હા. 3 પર તે સમયે પ્રવાસ, કરી રહ્યો છે. આમ, માહિતીનું મૂલ્ય પ્રાપ્તકર્તાને નજીકથી જોડે છે. પ્રાપ્તકર્તા માણસ તરીકે, આ અભ્યાસ મનોવિજ્ઞાન, ફિલસૂફી, વર્તણૂંક વિજ્ઞાન, જીવ વિજ્ઞાન અને તર્કની શાખાઓનો સમાવેશ કરે છે. મોટેભાગે, પ્રાપ્તકર્તા પોતે સંદર્ભના ભાગ તરીકે ગણવામાં આવે છે. અનેબધા પ્રાપ્તકર્તા - કેન્દ્રિત અભ્યાસોને વ્યવહારિત માહિતી અભ્યાસો હેઠળ મૂકવામાં આવે છે આ અભ્યાસ સામાગ્રીમાં આપણે ઉપયોગકર્તા અથવા પ્રાપ્તકર્તાને પોતાને જ સંદર્ભના ભાગ તરીકે ગણીશું.

અર્થપૂર્ણ અને વ્યવહારિક પરિપ્રેક્ષ્યની મદદથી થયેલ અભ્યાસો મુખ્યત્વે બ્રિટીશ વૈજ્ઞાનિકો દ્વારા હાથ ધરવામાં આવેલ છે. મુખ્ય ફાળો આપનાર કેટલાંકમાં એકોફ(Ackoff), મેકકે (Mackay), કાર્નેપ (Carnap), બાર -હિલેલ (Bar- Hillel), અને હિન્ટીકા (Hintikka), નો સમાવેશ થાય છે. બ્રિટીશ વર્ચસ્વવાળા, અભ્યાસોના કારણે, અર્થપૂર્ણ અને વ્યવહારિક અભિગમોનો ઘણીવાર બ્રિટીશ પરંપરા માહિતી સિધ્ધાંત કહેવાય છે.

વાક્યરચના, અભિગમની ઉત્પતિ 1948માં યુ.એસ. વૈજ્ઞાનિક કલાઉડ ઈ. શેનોન દ્વારા પ્રકાશિત આધારભૂત પેપર 'અ મેથેમેટીકલ થિયરી ઓફ કોમ્પ્યુનિકેશન' થી શોધી શકાય છે. શેનોનનો પ્રાથમિક રસ ડિજિટલ પ્રત્યાયન પધ્ધતિઓમાં હતો. તેણે તેના આધારભૂત પેપરમાં બે મુખ્ય પ્રશ્નો લખ્યા હતા :

(1) મૂળ માહિતી સામગ્રીને ગુમાવ્યા વગર શ્રેષ્ઠ રીતે એનલોગ સિગ્નલોને ડિજિટલમાં કેવી રીતે ફેરવવા ?

(2) કેવી રીતે અવાજ દ્વારા અસરગ્રસ્ત પ્રસારણ ચેનલો પર ડિજિટલ સિગ્નલોના કાર્યક્ષમ અને ભૂલ મુક્ત પ્રસારણ પ્રાપ્ત કરવા ?

અર્થપૂર્ણતા શેનોનના મનમાંય ન હતી. શેનોને પ્રથમ સમસ્યાના ઉકેલ તરીકે હવે પ્રખ્યાત થયેલ નમૂના પ્રમેય (Sampling Theroem) નો પ્રસ્તાવ મૂક્યો. આપણે એકમ 8 માં નમૂના પ્રમેય અને એનલોગથી ડિજિટલ રૂપાતંર વિશે વધુ અભ્યાસ કરીશું. બીજી સમસ્યા માટે, શેનોને ઉકેલ તરીકે બંને સ્તરે માહિતી માપ અને કોર્ડિંગ સૂચન કર્યું. શેનોને આપેલ સ્રોતમાંથી માહિતીના અસરકારક પ્રતિનિધિત્વ માટે સ્રોત કોર્ડિંગ અને ભૂલમૂક્ત પ્રસારણ માટે ચેનલ કોર્ડીંગની યોજના રજૂ કરી. આ એકમમાં આ પાસાંની ચર્ચા કરવામાં આવી છે. તેમ છતાં, શેનોનને માહિતી સિધ્ધાંતના સ્થાપક ગણવામાં આવે છે. તેમનુ 1948 નું પેપર એચ. નાયકવીસ્ટ (H. Nyquist) અને આર.વી.એલ. હાર્ટલે (R.V.L. Hartley) દ્વારા અપાયેલ મહત્વના બે સૈધ્ધાંતિક યોગદાન પર આધારિત હતું, 1924માં માહિતીના નુકશાન વિના એનલોગ સિગ્નલને ડિજિટલમાં રૂપાતંર કરવા જરૂરી ન્યુનતમ દર પર પહોચ્યાં. આ પરિણામ પર શેનોને પોતાનો નમૂના પ્રમેય બનાવ્યો. હાર્ટલે, 1928માં પ્રથમ વખતે વાક્યરચના માહિતીના માપ માટેનો પ્રસ્તાવ મૂક્યો. શેનોને સંભાવનાનો ખ્યાલ ઉમેર્યો અને હાર્ટલેના પરિણામનું સામાન્ય અનુમાન તેના માહિતી માપ પર પહોંચવા માટે કાઢ્યું. શેનોનના આધારભૂત પેપર પછી, વાક્યરચના પરિપ્રેક્ષ્ય પર યુ.એસ. વૈજ્ઞાનિકો દ્વારા મુખ્યત્વે અભ્યાસ કરવામાં આવ્યો છે. પરિણામે, વાક્યરચના અભિગમ ઘણીવાર અમેરીકન પરંપરાના માહિતી સિધ્ધાંત તરીકે ગણવામાં આવે છે. શેનોનના એક નમૂનાના સહયોગી, ડબલ્યુ, વેવરે (w. weaver)

શેનોનના અભ્યાસના અર્થપૂર્ણ પરિપ્રેક્ષ્યમાં ઉમેરીને સાકલ્યવાદી મંતવ્ય રજૂ કર્યો.

સારાંશમાં માહિતી સિધ્ધાતના અભિગમોને ચાર વિવિધ કક્ષા હેઠળ આપણે મૂકી શકીએ. :

(1) અર્થપૂર્ણ - કેન્દ્રિત અભિગમ

(Semantic - Centred Approach)

(2) સંદર્ભ - આધારિત અભિગમ

(Context- Dependent Approach)

(3) પ્રાપ્તકર્તા - કેન્દ્રીત અભિગમ

(Reciepient - Centred Approch)

(4) અર્થપૂર્ણ - સ્વતંત્ર અભિગમ

(Semantic - Independent Approch)

પ્રથમ ત્રણ અભિગમો કેટલીક રીતોમાં અર્થપૂર્ણ માહિતી સાથે સંકળાયેલા છે. તેથી, કેટલાંક લેખકો ત્રણેયને એક જ શીર્ષક અર્થપૂર્ણ માહિતી સિધ્ધાંત હેઠળ મૂકે છે. ચોથો અભિગમ અર્થપૂર્ણ પાસાંને સંપૂર્ણપણે અવગણે છે અને માહિતી પ્રત્યાયન સાથે સંગ્રહ પાંસા પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરે છે. અન્ય ત્રણ અભિગમોથી અલગ, ચોથો અભિગમ સામાન્ય રીતે વાક્યરચના માહિતી સિદ્ધાંત કહેવાય છે.

અર્થપૂર્ણ કેન્દ્રિય અભિગમ : સંદર્ભ સ્વતંત્ર્ય છે. સંદર્ભ સ્વતંત્ર્ય અભિગમનું મુખ્ય મહત્ત્વ વિવિધ સંદેશોના સંબંધિત માહિતી સામગ્રી પર છે. સંબંધિત પગલાં સ્ત્રોત સાથે કે પ્રાપ્તકર્તા સાથે પણ સંબંધિત નથી. તેમાં માત્ર, સ્ત્રોત અને પ્રાપ્તકર્તાનો સમાવેશ થાય છે. જે સંદર્ભમાં, સંદર્ભ વગર સંદેશા વ્યવહાર કરે છે. તેઓ વિવિધ સંદેશાની તુલના કરે છે અને તેની માહિતી સામગ્રીના મુજબ સંબંધિત અથવા સામાન્ય રીતે મૂલ્ય નક્કી કરે છે.

સંદર્ભ - આધારિત અભિગમ વ્યવહારિક માહિતી અભિગમ તરીકે પણ ઓળખાય છે. વ્યવહારિક માહિતી અભ્યાસો સંદેશાઓની માહિતી સામગ્રીના મૂલ્યાકંન પહેલાં સ્થળ અને સમય જેવાં સંદર્ભિત પાસાંઓને ધ્યાનમાં લે છે. વ્યવહારિક માહિતી અભ્યાસોમાં પ્રાપ્તકર્તાના પાસાંઓને ધ્યાનમાં લઈ પણ શકાય કે ના પણ લઈ શકાય. ઉપયોગકર્તા - કેન્દ્રિત અભિગમ સંદર્ભ-આધારિત અથવા સંદર્ભ-સ્વતંત્ર હોઈ શકે છે. માહિતીના ઉપયોગકર્તા પરિપ્રેક્ષ્ય આ જરૂરિયાત પર આધારિત છે. વિવિધ ઉપયોગકર્તાઓ તેમને મળેલ સુસંગત સંદેશા પર આધાર રાખીને તે જ સંદેશાના વિવિધ માહિતી મૂલ્યો નક્કી કરે છે અને નક્કી કરાયેલ મૂલ્ય એક થી બીજા સંદર્ભ સુધી બદલાય છે.

અર્થપૂર્ણ - સ્વતંત્ર અભિગમનું મુખ્ય ધ્યાન કાર્યક્ષમ અને વિશ્વસનીય માહિતી પ્રત્યાયન અને માહિતીનો સંગ્રહ છે. આ અભિગમ અર્થપૂર્ણ પાસાંઓ સાથે તદ્દન ઉદાસીન છે. વ્યાપક અર્થમાં, એમ કહી શકાય કે આ અભિગમ માહિતીના વાક્યરચના પાસાંઓને જુએ છે કડક અર્થમાં આ સાચુ નથી તે મોકલનારની સંદેશાની પસંદગી અને પ્રતીક સમૂહ જે સંદેશા બનાવે તેની સાથે વધુ સંબંધિત છે તેથી તેને સ્રોત - કેન્દ્રિત અથવા મોકલનાર કેન્દ્રિત અભિગમ પણ કહેવાય છે. પ્રતીક સમૂહ મૂળાક્ષરોમાં જેમ મુખ્યત્વે અક્ષરો હોય તેમ અથવા વાક્યો જેટલાં જ જટીલ કે જેનો સંદેશાઓને રચવામાં ઉપયોગ થાય છે તેવા હોઈ શકે છે. વાક્યરચના અભ્યાસો શબ્દ સાહિત્યમાં અભ્યાસો આપવા માટે વ્યાપકપણે ઉપયોગમાં લેવાય છે જે માહિતી અર્થપૂર્ણ પાસાંઓની અવગણના કરે છે. હાલમાં, માહિતી સિધ્ધાંત વાક્યરચના અભ્યાસો દ્વારા પ્રભાવિત થાય છે. આ માટેના મુખ્ય કારણો પૈકી એક વાક્યરચના અભ્યાસમાં વપરાતો ગાણિતિક અભિગમ છે. ખાસ કરીને, આ અભ્યાસોમાં આંકડાકીય અને સંભાવના સિધ્ધાત એક મહત્વની ભૂમિકા ભજવે છે પરિણામે, વાક્યરચના અભ્યાસો કેટલીકવાર આંકડાકીય માહિતી સિધ્ધાંત તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

બીજી બાજુ અર્થપૂર્ણ કેન્દ્રિત અભિગમ તાત્વિક શાખાઓ પર આધારિત છે અને તેથી, અભ્યાસ વધુ તાર્કીક અને કંઈક અંશે વ્યક્તિલક્ષી છે.

આ એકમ વાક્યરચના અને અર્થપૂર્ણ માહિતી સિધ્ધાંતો બંને સાથે સંબંધ ધરાવે છે. આપણે વિભાગ 7.6 દ્વારા 7.4 માં વાક્યરચના માહિતી સિધ્ધાંત અને વિભાગ 7.7 માં અર્થપૂર્ણ માહિતી સિધ્ધાંતો બંનેને લાગુ પડતાં ચોક્કસ આધારભૂત પાસાંઓની ચર્ચા કરીશું.

તમારી પ્રગતિ ચકાસો

(1) દરેક અભિગમમાં અભ્યાસ માટે વપરાતાં અનુરૂપ માહિતી પરિપ્રેક્ષ્યો સહિત માહિતી સિધ્ધાતોના વિવિધ અભિગમોને કોષ્ટક સ્વરૂપમાં પ્રસ્તુત કરો.

નોંધ : (1) નીચે આપેલ જગ્યામાં તમારો જવાબ લખો
(2) એકમના અંતમાં આપેલ જવાબો સાથે તમારો જવાબ તપાસો.

....
....
....
....
....
....

7.3 માહિતી મૂળભૂતતા (INFORMATION BASICS)

વિભાગ 7.1 માં આપણે માહિતીનું મહત્વ અને હાલના દિવસોમાં સમાજમાં તે કેન્દ્રિય ભૂમિકા ભજવે છે તે સમજાવ્યું પરંતુ ચોક્કસપણે માહિતી શું છે ? આ વિભાગમાં, આપણે માહિતીની વ્યાખ્યા આપી અને તેને માન વિચાર પ્રક્રિયાના સંદર્ભમાં યોગ્ય પરિપ્રેક્ષ્યમાં મૂકીશું. માહિતીને વિવિધ લેખકો દ્વારા વિવિધ રીતે વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવી છે બધી વ્યાખ્યાઓએ વ્યાપક રીતે સ્વીકૃતિ મેળવી નથી. આ એકમમાં, આપણે વૈજ્ઞાનિક સ્વરૂપની વ્યાખ્યાઓને રજુ કરી અને તેનો ઉપયોગ કરીશું :

માહિતી પદાર્થની સ્થિતિના વર્ણન તરીકે વ્યાખ્યાયિત છે.

આ વ્યાખ્યામાં ત્રણ ચાવીરૂપ શબ્દો છે : પદાર્થ, સ્થિતિ અને વર્ણન. પદાર્થ સજીવ અને નિર્જીવ હોઈ શકે છે. અહીં શબ્દ પદાર્થ નિર્માણમાં વસ્તુઓના સમગ્ર વર્ણપટનો ઉલ્લેખ કરે છે. : વીજાણુ અને અણુ જેવા નાના કણો, મનુષ્ય અને સજીવો જેવા જીવંત સજીવો, પર્વતો અને હવામાન જેવા નિર્જીવ પદાર્થો અને ગ્રહો, સૂર્યમાળા અને આકાશગંગા જેવી મોટી પધ્ધતિઓ. વ્યાખ્યામાં બીજો ચાવીરૂપ શબ્દ સ્થિત છે. દરેક પદાર્થ તેની સાથે સંકળાયેલ સીમિત અથવા અસીમિત સંખ્યાની સ્થિતિ સાથે સંકળાયેલ છે. દા.ત. જે ઈલેક્ટ્રીક બલ્બ ચાલુ અથવા બંધ થઈ શકે છે. તે ઈલેક્ટ્રીક સર્કિટમાં જઇ શકે છે અથવા ઢોળાવ પર ચાલુ રહી શકે છે. તે ચાલુ અથવા સંકલિત સ્થિતિમાં હોઈ શકે છે. આપણને વ્યવહારમાં ખૂબ જ મોટી સંખ્યામાં પદાર્થો અચાનક મળી જાય છે. સ્થિતિની સંખ્યા મર્યાદિત છે. આ અભ્યાસક્રમની સામગ્રીમાં, સામાન્ય વિધાનના નુકસાન વિના આપણે માત્ર સ્થિતિના મર્યાદિત નંબર સાથે વ્યવહાર કરીશું. ત્રીજો ચાવીરૂપ શબ્દ વર્ણન છે. માહિતી અમુક રીતે એક પદાર્થની સ્થિતિ વર્ણવે છે. સ્થિતિનું વર્ણન મૌખિક અથવા અમૌખિક હોઈ શકે છે એટલે કે લેખિત, સચિત્ર વગેરે. રસપ્રદ રીતે, માહિતીની ઉપરોક્ત વ્યાખ્યા વાક્યરચના અને અર્થપૂર્ણ અભ્યાસો બંને માટે સમાન રીતે લાગુ પડે છે.

માહિતી તાત્વિકના ચોક્કસ સ્તર સુધી માનવ વિચાર પ્રક્રિયાનો એક ભાગ છે. માનવ વિચાર પ્રક્રિયા સામાન્ય રીતે ચાર સ્તરોએ તાત્વિક છે.

(1) ડેટા (Data)

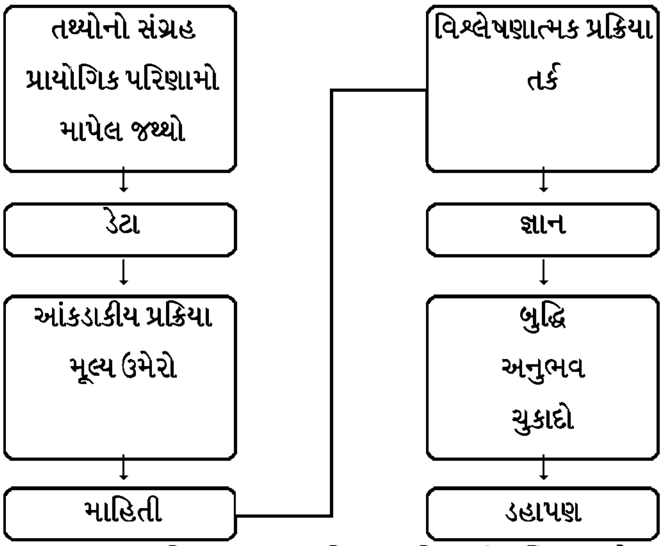
(2) માહિતી (Information)

(3) જ્ઞાન (Knowladge)

(4) ડહાપણ (Wisedom)

આ સ્તરો આકૃતકિ 7.1 માં સમચોરસ ખાનાઓમાં સાથે ઈનપુટ્સ અથવા પ્રક્રિયાઓ જે તાત્વિક આગળના ઉચ્ચ સ્તરે પહોંચે તેને ગોળાકાર છેડાવાળા ખાનામાં રજુ કરવામાં આવે છે. આ સ્તરો વચ્ચે કોઈ ચોક્કસ સીમાઓ નથી. એક સંદર્ભમાં માહિતીના ભાગ તરીકે જેને ગણવામાં આવે છે તેને અન્ય સંદર્ભમાં જ્ઞાનના ભાગ તરીકે પણ સમજવામાં આવી શકે છે. પરિણામે, આ સ્તરો પરસ્પર વ્યાપ્ત વિસ્તારો સાથે અખંડ પ્રવાહનો એક ભાગ ગણવામાં આવે છે આને જ્ઞાનનો અખંડ પ્રવાહ કહેવાય છે. આ સમજ સાથે ન રહેતાં, માનવ વિચાર પ્રક્રિયાના તાત્વિક નમૂનાના ચાર સ્તર આપણી પાસે કાચો ડેટા હોય છે જે પ્રકૃતિ પરથી અવલોકન એવા તથ્યોનો સંગ્રહ, અથવા પ્રાયોગિક પરિણામોમાંથી મેળવેલ અથવા માપવામાં આવી હોય તેવી ચોક્કસ જથ્થાની કિંમત હોય છે. કાચા ડેટાના ઉદાહરણોમાં વસ્તી ગણતરી, તાપમાનની મૂલ્યો અને રમાયેલ રમતોના પરિણામોનો સમાવેશ થાય છે.

જ્યારે કાચા ડેટા પર પ્રક્રિયા કરવામાં આવે છે અથવા તેમાં મૂલ્ય ઉમેરવામાં આવે છે, ત્યારે ડેટા માહિતી બને છે. પ્રક્રિયાનું પ્રથમ સ્તર સામાન્ય રીતે મૂળ સ્વરૂપમાં આંકડાકીય છે જેમાં સરેરાશ, મહત્તમ અને લઘુત્તમ જેવી ગણતરીઓનો સમાવેશ થાય છે. મૂલ્યો ઉમેરો મૂળ સ્વરૂપમાં ગુણાત્મક અથવા જથ્થાત્મક હોઈ શકે. માહિતીના ઉદાહરણોમાં એક દિવસમાં મહત્તમ તાપમના મૂલ્ય, એક લખાણમાં ભૂલોની ટકાવારી અને વિવિધ વયજૂથોમાં વ્યક્તિઓની સંખ્યાનો સમાવેશ થાય છે.



આકૃતિ 7.1 : માનવ વિચાર પ્રક્રિયામાં તાત્વિક સ્તરો

સામાન્ય રીતે, માહિતી માનવજાતમાં જાગૃતિ ઊભી કરે છે જ્યારે માહિતી પર વધુ પ્રક્રિયા થાય છે. અને તેમાં તર્ક લાગુ પાડવામાં આવે, ત્યારે માહિતી જ્ઞાન બને છે. આ સ્તરે પ્રક્રિયા સામાન્ય રીતે મૂળભૂતપણે વિશ્લેષણાત્મક હોય છે. જેમાં તર્ક, અનુમાન, જ્ઞાન મૂલ્યોનું, અનુમાન અને અન્ય જટિલ ગાણિતિક ક્રિયાઓનો સમાવેશ થાય છે. જ્ઞાનક્ષેત્રમાં એક નિવેદન 'ગરીબી સ્તરમાં સમગ્ર વિશ્વમાં ઘટાડો થઈ રહ્યો છે' એવું કંઈક હોઈ શકે છે. સામાન્ય રીતે, જ્ઞાન વિષયની સમજ સૂચવે છે. તેથી એમ કહી શકાય કે માનવજાત જ્ઞાન પ્રાપ્ત કરવા માહિતી પ્રક્રિયા કરે ત્યારે તે જાગૃતતા ક્ષેત્રમાંથી સમજક્ષેત્ર તરફ ખસે છે. તાત્વિકના ઉચ્ચત્તમ સ્તરે માનવ વિચાર પ્રક્રિયામાં શાણપણ છે. ભૂતકાળના અનુભવોને ધ્યાનમાં લઈને જ્યારે જ્ઞાનનું હોશિયારીપૂર્વક અર્થઘટન થાય અને વિચક્ષણ ચૂકાદાઓ કરવામાં આવે ત્યારે ડહાપણ પ્રદર્શનમાં છે તેમ કહી શકાય. એમ પણ કહી શકાય કે ચોક્કસ ક્ષેત્રોમાં અનુભવી નિષ્ણાતો તેમના અનુભવના પોતપોતાના ક્ષેત્રમાં ડહાપણ દર્શાવવાનું વલણ ધરાવે છે.

કોમ્પ્યુટર પરંપરાગત રીતે માનવ વિચાર પ્રક્રિયા સંબંધિત કાર્યો કરવામાં સાધન તરીકે કાર્ય કરે છે. તેના આરંભના લગભગ 40 વર્ષો માટે ડેટા પ્રોસેસિંગ મશીનો તરીકે ઓળખવામાં આવતાં હતા. આજે તે માહિતી પ્રોસેસિંગ મશીનો તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. અને તેની માહિતી સમાજને સેવા આપે છે. માહિતી પ્રોસેસીંગ મશીનો ડેટા પ્રોસેસીંગ મશીનો કરતાં વધારે શક્તિશાળી છે. ખાસ કરીને, સોફ્ટવેરની સહાય ચઢિયાતી છે. વિશ્વના અનેક વિચારકોએ આગાહી કરી છે કે આજનો માહિતી સમાજ ભવિષ્યમાં જ્ઞાન સમાજ તરફ વિકસિત થશે. તે સમયે કોમ્પ્યુટરો વધારાની ક્ષમતાઓ સાથે જ્ઞાન પ્રોસસીંગ મશીનો તરીકે ઓળખાઇ શકે છે. આ મશીનો જ્ઞાનનો પાયો અને બુધ્ધીશાળી પ્રક્રિયાને ટેકો આપી શકે છે.

વિવિધ સંદર્ભોમાં માનવ વિચાર પ્રક્રિયાના તાત્વિકના વિવિધ સ્તરોએ પ્રલેખ સામાગ્રી શું રચે છે ? તે સમજવા, આપણે કોષ્ટક 7.1 માં શિક્ષણ અને ઉદ્યોગના ક્ષેત્રને લગતી કેટલીક માહિતી રજુ કરી છે.

કોષ્ટક ૭.1 : ડેટા, માહિતી અને જ્ઞાનના ઉદાહરણો

તાત્વિક સ્તર	શિક્ષણ	ઉદ્યોગ
ડેટા	અભ્યાસક્રમ, સંદર્ભો	બજાર, વેચાણ અને નાણાંકીય ડેટા
માહિતી	માર્ગદર્શિકાઓ, મેન્યુઅલ સાર, સારાંશો	વાર્ષિક અહેવાલો, ધંધાકીય ટૂંકીનોંધો અને ડાયજેસ્ટ
જ્ઞાન	પાઠ્યપુસ્તકો, થિસીસ લઘુ નિબંધો, લેખો	ટેક્નીકલ અહેવાલો સફેદ કાગળો, ડિઝાઇન પ્રલેખો

તમારી પ્રગતિ ચકાસો

(2) માહિતીની વ્યાખ્યા આપો અને વ્યાખ્યામાં આવેલ વિવિધ ચાવીરૂપ શબ્દોની ચર્ચા કરો.

(3) જ્ઞાનના અખંડ પ્રવાહ દ્વારા તમે શું સમજ્યાં ?

જ્ઞાનના અખંડ પ્રવાહમાં તાત્ત્વિક વિવિધ સ્તરો વચ્ચે કડક અને દૃઢ સીમા કેમ શક્ય નથી તે ઉદાહરણ સહિત સમજાવો.

....
....
....
....
....
....

7.4 માહિતી માપ (INFORMATION MEASURE)

હવે આપણે માહિતી માપને શેનોન અને શો દ્વારા વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવેલ છે જે હાર્ટલેના માહિતીનું માપ, શેનોનના માપના ખાસ કિસ્સા તરીકે છે તેની ચર્ચા કરીશું વિભાગ ૭.3માં આપણે માહિતીને પદાર્થની સ્થિતિના વર્ણન વ્યાખ્યાયિત કરેલ છે. ટૂંકાણના કારણ માટે, હવેથી આપણે શેનોન દ્વારા સારી રીતે વપરાતો શબ્દ સંદેશ તરીકે પદાર્થની સ્થિતિનું વર્ણન કરીશું. જ્યારે દરેક સંદેશો માહિતી નિવેદન તરીકે લાયક ઠરે ત્યારે, સંદેશામાં સમાયેલ માહિતીનો જથ્થો સંદેશથી સંદેશ સુધી બદલાય છે. ઉદાહરણ તરીકે ધારો કે એક વ્યક્તિ બપોરના સમયે દિલ્હીથી કલકતાની હવામાન કચેરીમાં ફોન કરે છે. અને હવામાનની માહિતી માંગે છે. જવાબમાં, તે સંદેશો મેળવે છે : અહીં દિવસે પ્રકાશ છે. દરેક જણ જાણે છે કે લગભગ બપોરે 12 વાગે સ્થાનિક સમયે તે સ્થળે દિવસે પ્રકાશ હોય છે. તેથી કોઈ કહી શકે છે કે આ સંદેશાની માહિતી સામગ્રી શૂન્ય છે કારણ તે જ્ઞાનમાં નવીન ઉમેરો કરતી નથી. બીજી બીજુ, જો સંદેશો મળે કે અહીં વીજળીનાં કડાકા સાથે ભારે વરસાદ છે ત્યારે, સંદેશાની માહિતી સામગ્રી નોંધપાત્રક છે. પરંતુ આ સંદેશાની માહિતી સામગ્રી કેવી રીતે નોંધપાત્ર છે ? આ પ્રશ્નનો જવાબ આપવા માટે, આપણને માહિતીના માપની જરૂર રહે છે.

માહિતીનું માપ વિકસાવવા માટે, આપણે બીજું ઉદાહરણ ધ્યાનમાં લઈએ. એક વ્યક્તિ જે નિયમિત નાસ્તો કરતી હોય તે તેના મિત્રને ફોન કરે અને કહે 'આજે મેં નાસ્તો કર્યો.' આ સંદેશાની માહિતી સામગ્રી કેટલેક અંશે ઓછી છે કારણ કે સંદેશા દ્વારા માહિતી જે આપવામાં આવી તે પ્રશ્નમાં પદાર્થની સ્થિતિ સૌથી અપેક્ષિત છે. જો તેની બીજી બાજુ, વ્યક્તિ તેના મિત્રને કહે કે તે દિવસે તેણે નાસ્તો લીધો ન હતો, તો માહિતી સામગ્રી ઊંચી છે કારણ કે સંદેશો જે કાંઈ પાઠવે તે ઓછો સંભવિત છે. આમ, અંતપ્રજ્ઞાથી જાણેલું આપણે સંદેશાની માહિતી સામગ્રીને સંદેશાની માહિતી સામગ્રીને સંદેશા દ્વારા પહોંચાડવામાં આવતી સ્થિતિ બનવાની સંભાવના સાથે સબંધિત હોઈ શકે છે. જો સંભાવના ઊંચી, તો માહિતી સામગ્રી નીચી અને તેથી ઉલટું. તેથી આપણે પ્રસ્તાવ કરી શકીએ કે માહિતીનું માપ સંદેશાના બનવાની સંભાવનાના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં છે એટલે કે,

$$I < (1/P) \qquad (7.1)$$

જ્યાં

I = સંદેશાની માહિતી સામગ્રી

P = સંદેશાની બનવાની સંભાવના

આપણે ધારી લઈએ કે સમીકરણ ૭.1 માં નિયત પ્રમાણ ઐક્ય જ છે. પછી જો P=O, I નું મૂલ્ય અનંત છે. અને જો P=1, I નું મૂલ્ય ઐક્ય જ છે. જો P=1, I ની સંભાવના હોય તો સંદેશાના કિસ્સામા 'અહિ દિવસે પ્રકાશ છે' ઉપર દર્શાવેલ ઉદાહરણમાં, આપણે I નું મૂલ્ય ઐક્યને બદલે શૂન્ય ઈચ્છીશું. આને હાંસલ કરવા, આપણે લઘુગુણક ગણિત (Logarithmic) ભાવ અપનાવીશું જે નીચે આપેલ સમીકરણ ૭.2 માં નિયત પ્રમાણ તરીકે પણ ઉપયોગી થશે :

$$I= \log_2 (1/P) \text{ ....} \qquad (7.2)$$

લોગનું મૂલ્ય શૂન્ય છે. તેથી, જ્યારે P=1 મૂલ્ય I=0 અને જ્યારે P=0, I=00 શેનોને મૂલ્ય લઘુગુણક તરીકે 2 ને પસંદ કર્યો કારણ તેને બાયનેરી ડિજિટલ પધ્ધતિઓમાં રસ હતો. ક્યારેક વ્યાખ્યા આધાર 10 અથવા કુદરતી લઘુગુણક સાથે આધાર e નો ઉપયોગ કરે છે. જથ્થો I એક પરિમાણ વિનાનો નંબર છે. પરંતુ એકમને એકત્ર કરીને તેને નક્કી કરેલ છે. જ્યારે આધાર 2 છે, માહિતીનો એકમ બીટ

કહેવાય છે. જયારે આધાર e હોય, તે નેટ (nat) કહેવાય છે. અને જયારે આધાર 10 હોય તેને ડેસીટ (decit) કહેવામાં આવે છે. એકમ ડેસીટ હાર્ટલે કહેવામાં આવે છે. જે નામ આર.વી.એલ. હાર્ટલે (R.V.L. Hartley) ના નામ બાદ આપવામાં આવેલ જેમણે માહિતીના માપ સૌ પ્રથમવાર રજૂ કર્યા હતા. જયારે બાયનેરી સિગ્નલો સંદેશો પહોંચાડવા વપરાય છે ત્યારે આધાર 2નો ઉપયોગ ખાસ કરીને અનુકુળ છે. સમીકરણ ૭.2 ને લઘુગુણક ગણિતના કાયદાઓના ઉપયોગ કરીને ફરીથી લખી શકાય છે. તમે કહી શકો કે ..

Log (A/B) = Log A - Log B ..... (7.3)

તે જ રીતે, $Log_2 (1/P) = log_{2,} 1 - log_2, P = - log_2 P$ as log 1=0

તેથી, $I = - log_2 P$ bits (7.4)

સમીકરણ 7.4 શેનોનનું પ્રસિધ્ધ સંદેશાની માહિતી સામગ્રીનું માપ છે. માહિતી માપના પ્રયોગને ઉદાહરણ તરીકે લઈએ જે આપણે ઉપર વિકસાવેલ તેને આપણે નીચે ધ્યાનમાં લઈએ. જો સંદેશો ના બનવાની શક્યતા 1/4 છે, તો સમીકરણ 7.2 થી આપણે સંદેશાની માહિતી સમાગ્રી મેળવવા તરીકે $I = Log_2 (1/(1/4)) = log_2 = 2$ bits

શેનોનનો અભિગમ સ્રોત કેન્દ્રિત છે. શેનોન શક્યતાઓ સાથે જે સ્ત્રોત સંદેશા બહાર મૂકે તેની સાથે સબંધિત હતા અને માહિતીના માપ તરીકે સમીકરણ 7.4 ની દરખાસ્ત કરી. પરંતુ રસપ્રદ રીતે, સમીકરણો 7.2 અથવા 7.4 પ્રાપ્ત - કર્તા અભિગમ માટે સારી રીતે લાગુ પાડી શકાય છે. જો આપણે માહિતીના પ્રાપ્તકર્તાની અપેક્ષા સાથે સંભાવના P બદલીએ, તો તે જ ભાવ સમીકરણ 7.2 અને 7.4 માં પ્રાપ્તકર્તાના દૃષ્ટિબિંદુથી સંદેશાનું માહિતી મૂલ્ય રજુ કરે છે. હકીકતમાં, સ્પષ્ટ રીતે કહ્યા સિવાય સમીકરણ 7.2 પર આપવા માટે આપણે પ્રાપ્તકર્તા - કેન્દ્રિત તર્કનો ઉપયોગ કર્યો છે. હકીકત છે કે શેનોને માહિતી માપ બંને સ્રોત કેન્દ્રિત અને પ્રાપ્તકર્તા - કેન્દ્રિત અભ્યાસોને માહિતી સિધ્ધાતથી તેને આધારભૂત બનાવવા લાગુ પડે છે.

સમીકરણ 7.2 અને 7.4 એક જ સંદેશની માહિતી સામગ્રી માટે માપદંડ છે. હવે આપણે સંદેશાના સમૂહને સ્રોત દ્વારા મૂકીએ જે પદાર્થની સ્થિતિનું વર્ણન કરે જેમ કે હવામાન. અગાઉ જણાવ્યા મુજબ, પદાર્થ સાથે સંકળાયેલ સ્થિતિઓની સંખ્યા મર્યાદિત અથવા અનંત હોઈ શકે છે. સામાન્ય રીતે નુકશાન વિના, આપણા આગળનાં અભ્યાસ માટે આપણે N સંદેશાના મર્યાદિત સમૂહનો આપણે વિચાર કરીએ. જો N સંદેશા $m_1, m_2 \dots m_N$ અનુક્રમે $P_1, P_2 \dots P_K \dots P_N$ સંભાવનાઓ સાથે સ્રોતમાંથી ઉત્પન્ન થાય. સંભાવના સિધ્ધાંતથી, બધા જ શક્ય પરિણામોની શકયતાઓનો સરવાળો એક થવો જોઈએ. ત્યારબાદ આપણી પાસે

P1 + P2 + ... + PN = 1 .... (7.5)

K^{th} સંદેશો M_k ની માહિતી સામગ્રી આપવામાં આવે છે.

$I_k = log_2 (1/P_k)$ (7.6)

જો સંદેશાઓ આંકડાકીય સ્વતંત્ર છે, બે અથવા વધુ સંદેશા દ્વારા મોકલાતો માહિતીનો જથ્થો દરેક સંદેશાની માહિતી સામગ્રીના સરવાળા જેટલો છે. આમ, બે આંકડાકીય સ્વતંત્ર સંદેશા m_j અને mk માટે, આપણી પાસે $I_{J.k} = I_{k/J} + I_k = log_2 (1/P_1) + log2 (1/pk)$ ..(7.7)

સ્રોતની કુલ માહિતી સામગ્રીના N સંદેશાઓનો ભંડાર નીચે મુજબ દર્શાવવામાં આવે છે.

$I_{source} = log_2 (1/P_1) + log_2 (1/P_2) + --- + log_2 (1/P_N)$

$= \Sigma log_2 (1/P_k)$ for 1 = K = N (7.8)

જો બધાં N સંદેશાઓની સમાન શક્યતા હોય તો $P_1 = P_2 = P_1 = 1/N$ અને કોઈપણ સંદેશાની માહિતી સામગ્રી I_j આપવામાં આવે.

$I_j = log_2 (1/C1/lN) = log_2 (N)$ (7.9)

જ્યાં, 1< 5 <N આ કિસ્સામાં, બધાં સંદેશાઓની માહિતી સામગ્રી સરખી જ છે. સમીકરણ 7.9 હાર્ટલે દ્વારા વિકસાવવામાં આવ્યું અને સમીકરણ 7.2 માં શેનોનની અભિવ્યક્તિના એક ખાસ કિસ્સા તરીકે છે. જ્યાં P=1/N

ત્યાં અન્ય કિસ્સાઓ છે જે રસપ્રદ છે. જો M=1 તેનો અર્થ થાય છે. કે ત્યાં માત્ર એક જ શક્ય સંદેશો સંભાવના P=1 સાથે છે. આ કિસ્સામાં, સંદેશો દ્વારા કોઈ ઉપયોગી માહિતી પહોચાડાતી નથી અને આ સંદેશાની માહિતી સામગ્રી શૂન્ય છે. અન્ય આત્યંતિક પરિસ્થિતિ તરીકે Pj વલણ O (Pj વલણ O), I_j OC (I_jનું વલણ OC) નું વલણ જો ... ત્યાં માત્ર બે સંદેશાઓ છે. જો એક સંદેશાના બનવાની

સંભાવના P છે, તો સમીકરણ 9.6 દ્વારા અન્ય સંદેશાની સંભાવના I-P છે. સમીકરણ 7.4 નો ઉપયોગ કરતાં, વ્યક્તિગત સંદેશાઓની માહિતી સામગ્રી અનુક્રમે Log_2 P અને Log_2 (I.P) બીટ્સ.

તમારી પ્રગતિ ચકાસો (Self Check Exercise)

4) હવામાન કચેરી આગામી દિવસ માટે હવામાન આગાહીના ચાર અલગ અલગ સંદેશાઓ m1, m2, m3, m4 બહાર પાડે છે. સંદેશાઓની સંભાવના m1, m2 અને m3 અનુક્રમે 1/2, 1/4 અને 9 છે. સંદેશા m4 ની સંભાવના શું છે ? દરેક સંદેશાની માહિતી સામગ્રીની અને સ્રોતની કુલ માહિતી સામગ્રીની ગણતરી કરો.

5) એક નેટ (nat) કેટલી માહિતીની બીટ્સ રચે અને એક હાર્ટલે કેટલી રચે ?

નોંધ : (1) નીચે આપેલ જગ્યામાં તમારા જવાબો લખો

(2) એકમના અંતમાં આપેલ જવાબો સાથે તમારો જવાબ ચકાસો

....

....

....

....

....

....

7.5 માહિતી ઉત્ક્રમ (INFORMATION ENTROPY)

અગાઉ ઉલ્લેખ કર્યો તે મુજબ, શેનોનનો અભિગમ, સ્રોત - કેન્દ્રિત છે. તે માનવ પ્રત્યાયન પ્રક્રિયાના સામાન્ય અવલોકનના એક સરળ અભિગમ પર આધારિત છે. રોજ બરોજના જીવનમાં, તે માહિતી પ્રત્યાયનકર્તા (સ્રોત) છે. જે બધાં શું કહી શકે છે થી શું કહી શકાય તે નક્કી કરે છે. બીજા શબ્દોમાં, સ્રોત સંદેશાઓનો ભંડાર છે અને તે સ્રોત છે. જે ક્યાં સંદેશા બહાર મૂકી શકાય તે નક્કી કરે છે. શેનોન નમૂનો ધારે છે કે સ્થિત અને સ્રોત પ્રવર્તમાન પરિસ્થિતિ અથવા મેળવનારની સ્થિતિ અને પ્રકૃતિને ધ્યાનમાં લીધા સિવાય સ્વતંત્ર રીતે કામ કરે છે. આ માનવ પ્રત્યાયન પ્રક્રિયામાં સાચુ નથી. માનવ માહિતી પ્રત્યાયન કર્તા કઈપણ કહેતા પહેલાં અજાગ્રતપણે અથવા સભાનપણે વર્તમાન પરિસ્થિતિ અને મેળવનારની ક્ષમતા તેમજ રસને ધ્યાનમાં લે છે. વિભાગ 7.4 માં, આપણે વ્યક્તિગત સંદેશાઓની માહિતી સામગ્રીની ચર્ચા કરી છે. આ વિભાગમાં, શેનોનના સ્રોત કેન્દ્રિત નમુના પર આધારિત છે, આપણે લાંબાગાળાના સમય પર સ્રોત દ્વારા સંદેશાઓના ક્રમમાં બહાર મૂકવામાં આવેલ સંદેશાની સરેરાશ માહિતી સામગ્રી સ્રોત ઉત્ક્રમ (Source Entropy) અથધવા માહિતી ઉત્ક્રમ (Information entropy) તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. અને પ્રતિક H દ્વારા રજુ કરવામાં આવે છે. પહેલાં આપણે N સંદેશાઓના M_1, M_2 .... M_N સાથે સંભાવનાઓ P_1, P_2 ... P_N ના મર્યાદિત સમૂહના ભંડાર સાથે સ્રોતને ધ્યાનમાં લેતા હતા. આ N સંદેશાઓ સમૂહથી ધારો કે, L સંદેશાઓ લાંબાગાળાના સમયે ભેગા થાય છે. જો L N કરતાં વધારે મોટા છે તો L સંદેશાઓનો ક્રમ તેમની બનવાની સંભાવના તરીકે તે જ પ્રમાણમાં N સંદેશાના સમૂહથી વિવિધ સંદેશાઓનો સમાવેશ કરશે એટલે કે M_1 બનશે $P_1 \times L$ વખત, M_2 બનશે $P_2 \times L$ વખત અને તેથી વધુ, વ્યક્તિગત સંદેશાની માહિતી સામગ્રી સમીકરણ 7.2 અથવા 7.4 દ્વારા આપવામાં આવેલ છે. સમીકરણ 7.2 ના ઉપયોગથી, L સંદેશાઓના ક્રમની કુલ માહિતી સામગ્રી છે.

$$I_{total} = P_1 \, Log_2 \, (1/P_1) + P_2 \, Log_2 \, (1/P_N) + P_N \, L \, log_2 \, (1/PN) \qquad (7.10)$$

સંદેશા દીઠ સરેરાશ માહિતી સામગ્રી આપશે.

$$H = (I_{total}/L) = P_1 \, log_2 \, (1/P_1) + P_2 \, log_2 \, (1/P_2) + ... + P_N \, log2 \, (1/PN) \qquad (7.11)$$

$$= \sum P_K \, log2 \, (1/P_K) \text{ for } 1 \text{ S K S N} ... \qquad (7.12)$$

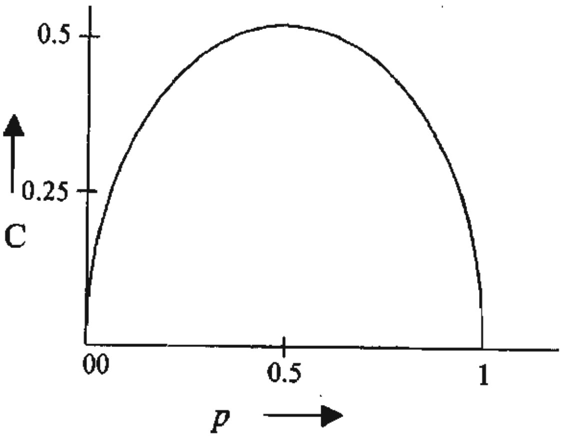
વાચકોને સમીકરણ 7.8, 7.10 અને 7.12 વચ્ચેના તફાવતોને સરખાવવા અને પ્રસંશા કરવાની સલાહ આપવામાં આવે છે.

સમીકરણ 7.4, સમીકરણ 7.12 નો ઉપયોગ કરી પુનઃ લખી શકાય.

$$H = \sum PK\ Log_2\ (Pk)\ \text{for}\ 1\ S\ K < N \ldots \quad (7.13)$$

સમીકરણ 7.13 માહિતી ઉત્ક્રમ માટે શેનોનનું પ્રખ્યાત સમીકરણ છે જેને સ્રોત ઉત્ક્રમ તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે. ઉત્ક્રમ સ્રોતના સંદેશા દીઠ સરેરાશ માહિતી સામગ્રી છે.

આપણે જોયું કે વ્યક્તિગત સંદેશાઓના કિસ્સામાં, $p \to O, I$ અને P $1, I$ O તરીકે છે. પરંતુ માહિતી ઉત્ક્રમના કિસ્સામાં, બનવાની શક્યતા ઘણી ઓછી અથવા ઘણી ઊંચી હોય તો વ્યક્તિગત સંદેશાથી સરેરાશ માહિતી સામગ્રીનો ફાળો શૂન્ય છે. બીજા શબ્દોમાં, જથ્થો $\log(1/p)$ શૂન્ય થાય છે. જ્યારે p, o અથવા 1 થાય છે. આમ, બંને અત્યંત સભવિત અને અત્યંત અસંભવિત સંદેશાની સરેરાશ માહિતી માહિતી સામગ્રી શૂન્ય છે. આ એક ખૂબ જ રસપ્રદ પરિણામ છે. અત્યંત સંભવિત સંદેશામાં ખૂબ ઓછી માહિતી સામગ્રી હોય છે અને તેથી ઉત્ક્રમમાં તેનો ફાળો ઓછો હોય છે. અત્યંત અસંભવિત સંદેશા ભાગ્યે જ ઉત્ક્રમને નોંધપાત્ર ફાળો આપતા જોવા મળે છે. આકૃતિ 7.2 માહિતી ઉત્ક્રમમાં સંદેશાના ફાળામાં આવતો તફાવત જે તેના બનવાની શક્યતાથી બદલાય છે તે દર્શાવે છે તે પણ નોંધી શકાય છે કે



આકૃતિ 7.2 ઉત્ક્રમમાં સંદેશાનો ફાળો

C=O, P=O અને P=1 જ્યારે P=0.5 ત્યારે મહત્તમ ફાળો હોય છે. ઉત્ક્રમમાં સંદેશાનો મહત્તમ ફાળો અને ઉત્ક્રમના મહત્તમ મૂલ્ય વચ્ચેનો તફાવત જાણવો અગત્યનો છે. સંદેશાનો ફાળો મહત્તમ જ્યારે તેની બનાવની સંભાવના 0.5 હોય. તેનો અર્થ એ નથી કે ઉત્ક્રમ મહત્તમ છે. ઉત્ક્રમ સંદેશાના સમગ્ર સમૂહ પર આધારિત છે. અને તેથી બધાં સંદેશાઓના બનવાની સંભાવનાઓ પર આધાર રાખે છે. હકીકતમાં, ઉત્ક્રમ મહત્તમ બને જ્યારે બધાં સંદેશાઓ એક સરખી સંભાવનાઓ સાથે થાય છે. આપણે આ હકીકતને નીચે સમજાવીએ.

સંદેશાના સમૂહમાં માત્ર બે સંદેશાનો કિસ્સો ધ્યાનમાં લઈએ. સાથે N=2 જો P1-P1 તો P_2=(1-P)
માહિતી ઉત્ક્રમ કામ $H = p\ Log_2\ (1/P)\ Log_2\ (1/P) + (1+P)\ Log2\ (1/1\text{-}P)$ (7.14)

P= 0.5 હોય તો આપણી પાસે $H = 0.5\ Log_2\ 2 + 0.5\ Log_2\ 2 = Log2 = 1$ bit/Messge

P ના બીજા બધા મૂલ્યો માટે H નું મૂલ્ય 1 બીટ/ સંદેશો કરતાં ઓછું છે. જ્યારે N>2 હોય તેવા કિસ્સા માટે પણ આ જ પરિણામ લાગુ પડે છે. N=2 નો કિસ્સો બાયનેરી ડિજિટલ ટ્રાંસ્મિશન પધ્ધતિઓના સંદર્ભમાં ખાસ મહત્તવ ધરાવે છે. જો ત્યાં માત્ર બે જ સંદેશાઓ હોય તો, બાયનેરી પધ્ધતિમાં તેઓ '1' અને '0' દ્વારા રજુ થાય છે. સંદેશ M_1 ને '1' દ્વારા અને M_2 ને 'O' દ્વારા રજુ થાય છે પછી, જો M_1 નું વહન થયું, બાયનેરી '1' નું વહન થાય છે. અને M_2 માટે, બાયનેરી 'O' જો બંને સંદેશાઓની એક સરખી સંભાવના હોય તો '1' અને 'O' એક સમાન સંભાવના સાથે બને છે. આપણે જાણીએ છીએ કે P=0.5, H=1 તેનો અર્થ થાય છે. કે બાયનેરી પધ્ધતિમાં દરેક બીટ માહિતીનો એક બીટ વહન કરે છે. જો '1' અને 'O' સમાન સભાવના સાથે ન બને તો આ કિસ્સો બનતો નથી. આ મહત્વન પરિણામ છે. જે માહિતી પ્રત્યાયનમાં કાર્યક્ષમતા હાંસલ કરવા માટે વપરાય છે. જે આપણે આગામી વિભાગમાં જોઈશું.

◆ **તમારી પ્રગતિ ચકાસો (Self Check Exercise)**

6) મહાવરા 4 માં (Exercise) આપેલ માહિતી માટે, માહિતી ઉત્ક્રમની ગણતરી કરો

7) જ્યારે સંભાવના 0 થી 1 બદલાય ત્યારે, સમૂહમાં બે સંદેશાના કિસ્સા માટે માહિતી ઉત્ક્રમ રજૂ કરો.

નોંધ : (1) નીચે આપેલ જગ્યામાં તમારા જવાબો લખો

(2) એકમના અંતમાં આપેલ જવાબો સાથે તમારો જવાબ ચકાસો

....

....

....

....

....

....

7.6 માહિતી પ્રત્યાયન (INFORMATION COMMUNICATION)

શેનોન દ્વારા સ્થપાયેલ વાક્યરચના અભ્યાસોનું મુખ્ય ધ્યાન માહિતી પ્રત્યાયન છે. માહિતી પ્રત્યાયનમાં આપણે બે મુખ્ય લક્ષ્યો સાથે સંબંધ ધરાવીએ છીએ.

- કાર્યક્ષમ પ્રત્યાયન (Efficient Communication)

- વિશ્વસનીય અથવા ભૂલ - મુક્ત પ્રત્યાયન (Reliable or error free communication)

માહિતી પ્રત્યાયન અર્થપૂર્ણ માહિતી સાથે સંબંધિત નથી. હકીકતમાં, શેનોન તેના આધારભૂત લેખમાં સ્પષ્ટપણે જણાવેલ છે. ભૂલ મુક્ત રીતે માહિતીના આપેલ ભાગની કાર્યક્ષમ રીતે કેવી રીતે આપ લે કરવી તે મુખ્ય ચિંતા છે. શેનોને ઊંચી કાર્યક્ષમતા અને ચોકસાઈ સાથે માહિતી આપ લેની સમસ્યાને હલ કરવા એક સૈધ્ધાંતિક રૂપરેખા વિકસાવી. વિભાગ 7.4 માં, આપણે માહિતીની વ્યાખ્યા આપી અને માહિતી માટે માપ વિકસાવ્યા. વિભાગ 7.5 માં, આપણે માહિતી ઉત્ક્રમનો ખ્યાલ રજુ કર્યો હતો. માહિતી માપ અને ઉત્ક્રમ માહિતી પ્રત્યાયન માટે સૈધ્ધાતિક રૂપરેખાના ભાગ તરીકે શેનોન દ્વારા વિકસાવવામાં આવેલ મૂળભૂત ખ્યાલો છે. આ વિભાગમાં, આ ખ્યાલોને આપણે માહિતીના કાર્યક્ષમ અને વિશ્વસનીય પ્રત્યાયનના સંદર્ભમાં લાગુ પાડીશું. આપણે કાર્યક્ષમ અને વિશ્વસનીય પાસાંઓનો એક પછી એક અભ્યાસ કરીશું. પ્રથમ, આપણે કાર્યક્ષમ પાસું લઈશું.

7.6.1 કાર્યક્ષમ પ્રત્યાયન (Efficient Communication)

આપણે જાણીએ છીએ તેમ, શેનોનનો અભિગમ સ્ત્રોત કેન્દ્રિત છે. શેનોને સ્રોત કોર્ડિંગનો પ્રસ્તાવ પ્રત્યાયનમાં કાર્યક્ષમતા હાંસલ કરવાની એક પધ્ધતિ તરીકે મૂક્યો. આપણે આકૃતિ 7.3 (અ) માં દર્શાવેલ નમૂનાનો ઉપયોગ કાર્યક્ષમતા હાંસલ કરવામાં સામેલ ખ્યાલોને સમજવા માટે કરીશું. આ નમૂનામાં, પ્રત્યાયન ચેનલને ભૂલ મુક્ત અને વિશ્વસનીય ધારવામાં આવે છે. એક આદર્શ ચેનલ સંપૂર્ણ ચોકસાઈ સાથે માહિતી વહન કરી શકે છે.

(અ) કાર્યક્રમ પ્રત્યાયન માટેનો નમૂનો

(બ) વિશ્વનીય પ્રત્યાયન માટેનો નમૂનો

આકૃતિ 7.3 પ્રત્યાયન પધ્ધતિના નમૂનાઓ

તેને અવાજની અસર થતી નથી અને તે કોઈપણ રીતે સંકેતમાં ક્ષતિ માટે કારણરૂપ નથી. જેને હવે આપણે સ્રોત ઉત્ક્રમનો વિચાર જેને સ્રોત માહિતી દર (Source Information Rate (SIR)) કહેવાય છે ત્યાં સુધી વિસ્તારીશું. આપણે જાણીએ છીએ કે ઉત્ક્રમએ સંદેશાની સરેરાશ માહિતી સામગ્રી છે. જો સ્રોત, સરેરાશે, દર સેકન્ડે, સંદેશાઓ પહોંચાડતા હોય, તો SIR આપવામાં આવે.

SIR = S×H information bits/second (માહિતી બીટ્સ- સેકન્ડ) (7.15)

SIR સ્રોતમાંથી સરેરાશ માહિતી દર છે. SIR પરંપરાગત અર્થમાં બીટ દર નથી તે ચેનલ મારફત પ્રસારિત કરવામાં આવતા બાયનેરી ડિજિટ્ને રજુ કરતા નથી. H સંદેશાદીઠ સરેરાશ માહિતી રજુ કરે છે. અને SH માહિતી દર રજૂ કરે છે. માહિતી બીટ્સ અને બાયનેરી ડિજિટ વચ્ચે તફાવત બનાવવા આપણે માહિતી માપની વાત કરીશું ત્યારે શબ્દ માહિતી બીટ્સનો ઉપયોગ કરીશું હવે આપણે ચેનલ ક્ષમતા C તરીકે ઓળખાતા જથ્થા તરફ આપણું ધ્યાન રાખીશું. ચેનલની ક્ષમતા જો ચેનલ જ્યાં સંપૂર્ણ ચોકસાઈ સાથે માહિતી તબદીલ કરી શકે તો ત્યારે ચેનલની ક્ષમતા મહત્તમ દર તરીકે ઓળખાય છે. આ વ્યાખ્યા સૂચવે છે કે ચેનલ આદર્શ છે હવે આપણે C અને SIR ને સાંકળીને

$C \leq SIR$ or $SIR \geq C$.... (7.16)

સમીકરણ 7.16 શેનોન ચેનલ ક્ષમતાનું પ્રખ્યાત સમીકરણ છે અને સરળ અર્થમાં તર્ક ઉપર આધારિત છે. જો ચોક્કસ પાણીનો જથ્થો નિયત સમયની અંદર વિતરિત કરવામાં આવે છે, તો આપણને યોગ્ય કદની એક પાઈપની જરૂરિયાત રહે છે. એ જ રીતે, ચેનલમાં ન્યુનતમ ક્ષમતા હોવી જ જોઈએ જે દર, જ્યાં માહિતી સ્રોત દ્વારા પહોંચાડાય છે. તે દરના સમાન અથવા તેનાં કરતાં વધુ હોય છે. તે ઓળખવું મહત્વનું છે કે સમીકરણ 7.16 તાત્વિક સ્તરે છે. તે જાતે વ્યવહારુ ટ્રાન્સમિશન પધ્ધતિઓ સાથે સંબંધિત નથી. ઉદાહરણ તરીકે, વ્યવહારું ચેનલની ચેનલ ક્ષમતાનો નિર્ણય હજુ પણ વણ ઉકલાયેલ સમસ્યા છે. શેનોન અને અન્ય ઘણાં લોકોએ અવાજ ઢબ વગેરેની વિવિધ સરળ ધારણાઓ હેઠળ પ્રાયોગિક ચેનલોની ક્ષમતા માટે અભિવ્યક્તિ આપેલ છે. આપણું હવેનું પગલું સ્રોત કોડિંગ (સાંકેતિકરણ) માં કેટલાક વ્યવહારું પાસાંઓને જોવાનું છે. આપણે તે નીચેના ઉદાહરણો લઈને કરીશું.

આપણે ચાર સંદેશાઓ સાથે સ્રોતને સાથે અનુરૂપ સંભાવનાઓ તરીકે $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{6}$, અને $\frac{1}{8}$, ને ધ્યાનમાં લઈએ. સ્રોત માટે ઉત્ક્રમ 1.75 માહિતી બીટ્સ/ સંદેશ ગણાયો છે. વાચકોને સમીકરણ 7.12નો ઉપયોગ કરી ઉત્ક્રમ ગણવા સલાહ આપવામાં આવે છે. જો સ્રોત સેકંડ દીઠ 8 સંદેશાઓના દરે સંદેશાઓ મૂકે તો, SIR ગણાય. 8×1.75=14 માહિતી બીટ્સ દર સેકન્ડે.

હવે આપણે ધારીએ કે સંદેશાઓનું બાયનેરી ટ્રાન્સિમિશન પધ્ધતિ દ્વારા આપ - લે થાય છે. તમે જાણતાં હશો તેમ, બાયનેરી પ્રત્યાયન પધ્ધતિ માહિતી રજુ કરવા અને વહન કરવા માટે '1'અને '0' નો ઉપયોગ કરે છે. (બાયનેરી પધ્ધતિ મૂળભૂતો એકમ 8માં આપેલ છે.) સ્રોત કોડર બાયનેરી સ્વરૂપમાં સંદેશાઓ રજુ કરવાનું કાર્ય કરે છે. બાયનેરી પધ્ધતિમાં ચાર સંદેશાઓ રજુ કરવાના માર્ગમાં બે બીટ્સનો ઉપયોગ થાય છે. જેમાં ચાર અનન્ય પેટર્ન (નમૂના) તરીકે 00,01,10 અને 11 આપણને આપે છે. દરેક પેટર્ન સંદેશો રજુ કરે છે. દરેક સંદેશો 2 બીટસના સમાન લંબાઈના કોડ દ્વારા રજૂ થાય છે. જ્યારે સ્રોત દ્વારા દર સેકન્ડે 8 સંદેશાઓ બહાર મૂકવામાં આવે છે. ત્યારે (8×2=16 બીટ્સ દર સેકન્ડે (6PS) ફેલાય છે. સ્રોત કોડરનો બીટ દર (SCR) 166ps છે જ્યારે (SCR)નો 14 માહિતી બીટ/સેકન્ડ છે. ઉપરના ઉદાહરણનોમાં બે બાયનેરી બીટ્સ માહિતીના 1.75 બીટ્સનું વહન કરે છે. તર્કથી કોઈને લાગશે કે મહત્તમ કાર્યક્ષમતા માટે, બે દરો SIR અને SCR સરખા જ હોવા જોઈએ. વિભાગ 7.5 માં ચર્ચા કર્યા મુજબ, દરેક બાયનેરી બીટ સમાન સંભાવના સાથે બાયનેરી 1 અને O થાય તે શરતે માહિતીની મહત્તમ 1 બીટ વહન કરવા સક્ષમ છે. જો સ્રોત કોડિંગ તે રીતે કરવામાં આવે કે દરેક બાયનેરી બીટ મહત્તમ માહિતીનું વહન કરે તો મહત્તમ કાર્યક્ષમતા પ્રાપ્ત કરી શકશે. બીજા શબ્દોમાં, ઉત્ક્રમ અને કોડિંગ પેટર્નની સરેરાશ લંબાઈ સમાન જ હોવી જોઈએ. બે સ્રોત કેપડિંગ ટેકનીકો સરેરાશ કોડ શબ્દલંબાઈ પર આવવા સૂચવાયેલ જે ઉત્ક્રમ મૂલ્ય શેનોન - ફેનો કોડિંગ (Shannon - Fano Coding) અને હુફમેન કોડિંગ (Huffman Coding) ની નજીક છે. આયોજનાઓના નામ તેમના શોધકોના નામ પરથી આપવામાં આવેલ છે અને બંને યોજનાઓ ચલલંબાઈ કોડિંગ સાથે સંદેશાઓ માટે ટૂંકા કોડ લંબાઇ સાથે ઉંચી સંભાવના અને સંદેશાઓ માટે લાંબી કોડ લંબાઈ સુધી સાથે ઓછી સંભાવના પર આધારિત છે. આ ટેકનિકોની વિસ્તૃત ચર્ચા આ અભ્યાસક્રમના ક્ષેત્ર બહાર છે. સામાન્ય રીતે, હફમેન કોડીંગને શેનોન - ફેનો કોડીંગથી બહેતર દર્શાવવામાં આવ્યું છે.

7.6.2 વિશ્વસનીય પ્રત્યાયન (Reliable Communication)

હવે આપણે આપણું ધ્યાન વિશ્વસનીય પ્રત્યાયન તરફ કરીશું. વ્યવહારમાં, આપણને આદર્શ ચેનલનો મેળાપ થયો ન હતો. અને જોયુ કે તે ચેનલ ઘોંઘાટીયા છે તેથી અમારી સમસ્યા એ છે કે ઘોંઘાટીયા ચેનલોના ઉપયોગથી માહિતીનું ભૂલ મુક્ત પ્રસારણની ખાતરી કરે. શેનોને આ સમસ્યાના ઉકેલ માટે ચેનલ કોડીંગનો પ્રસ્તાવ મૂક્યો. આ સમસ્યાના અભ્યાસ માટે અમે આકૃતિ 7.3 (બ) માં દર્શાવેલ નમૂનાનો ઉપયોગ કરીશ. સ્ત્રોત કોડરનું પરિણામ ચેનલ કોડર માટે આપવામાં આવે છે જે ભૂલ મુક્ત ટ્રાન્સિમિશન માટે ઈનપુટ બીટની હારને કોડ કરે છે. પ્રતિસ્થાને ચેનલ ડીકોટર સ્રોત - કોડેડ માહિતી પ્રાપ્ત કરે છે અને તે જ સ્રોત ડીકોડરમાં મૂકે છે.

શેનોને જણાવ્યું હતુ અને સાબિત કર્યું હતું કે સમીકરણ 7.16 ત્યાં ઉપલબ્ધ કોડિંગ યોજનાને સંતોષે છે. જે ટ્રાન્સિમિશન ભૂલની નાની શક્યતાઓની લવાદી રીતે ખાતરી કરશે. શેનોને, તેમ છતાં, તે કોડિંગ યોજના શું હતી તેનો અભ્યાસ કર્યો ન હતો. તે તેના અનુગામીઓ માટે કોડિંગ યોજના પર કામ કરવા માટે છોડ્યું હતું. ત્યારથી, કોડિંગના ક્ષેત્રમાં નોંધપાત્ર કાર્ય થઈ રહ્યું છે. આજે આપણી પાસે કોડીગ સિધ્ધાંત તરીકે ઓળખાતી અભ્યાસની સંપૂર્ણપણે પરિપક્વ શાખા છે. કોડિગ સિધ્ધાંત પરનું કામ કોડના બે વ્યાપક વર્ગો ના વિકાસમાં પરિણમ્યું છે.

- ભૂલ શોધવા કોડ (Error detecting codes)

- ભૂલ સુધારક કોડ (Error Correcting Codes)

બાયનેરી ડિજિટલ પધ્ધતિમાં, ભૂલ એટલે જયારે બાયનેરી '1' નું પ્રસારણ થાય છે, તેનું અંતે પ્રાપ્તિ સમયે '0' તરીકે અર્થઘટન થાય છે અને '0' નું '1' તરીકે હોય છે. પધ્ધતિની ભૂલ કામગીરી સામાન્ય રીતે બીટ ભૂલ દર (Bit Error Rate (BER)) નામના પરિમાણ દ્વારા સૂચવવામાં આવે છે. BER n Bits ના એક વિભાગમાં 1-બીટ ભૂલ તરીકે ઉલ્લેખ કરે છે.

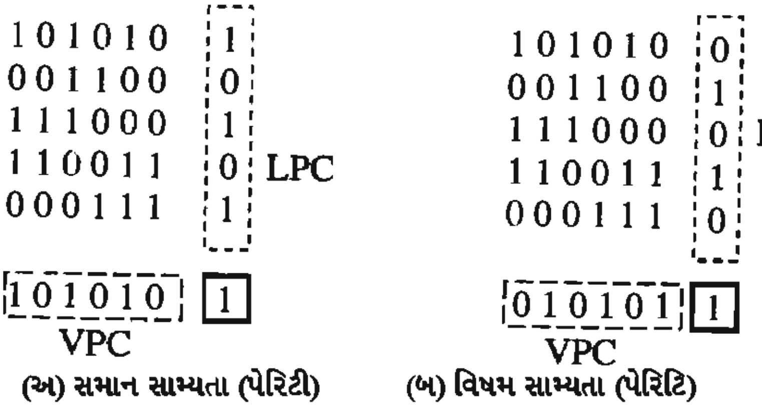
દા.ત. 104 મા 1. બંને ભૂલ શોધ અને ભૂલ સુધારણા અંતે પ્રાપ્તિ સમયે કરવામાં આવે છે ભૂલ સુધારણામાં પ્રથમ ભૂલ શોધનો અને ભૂલ સુધારકનો સમાવેશ થાય છે. ભૂલ સુધારણા ભૂલમાંથી આપોઆપ પુનઃ પ્રાપ્તિ સૂચવે છે. જ્યારે ભૂલ કોડનો ઉપયોગ થાય છે. ત્યારે ભૂલ પુનઃ પ્રાપ્તિ પુનઃ પ્રસારણ દ્વારા થાય છે. જો

ભૂલ શોધાય, મેળવનાર પ્રસારણ સાધનને (ટ્રાન્સિમિટરને) માહિતી પુનઃ પ્રસારિત કરવા વિનંતી કરે છે. વ્યાપકરીતે ઉપયોગમાં આવતાં ભૂલ શોધ કોડમાં સામ્યતા તપાસ (Parity Check) તપાસ સંક્ષેપ (Check Sum) અને ચક્રાકાર નિરર્થકતા કોડ (Cyclic redundany Code (CRC)) નો સમાવેશ થાય છે. બ્લોક પેરિટી અને હેમિંગ કોડ પ્રખ્યાત ભૂલ સુધારક કોડ છે. આ બધી કોડ યોજનાઓ માહિતી બીટ્સને એક વિભાગમાં લે છે, ગાણિતિક સૂત્ર અનુસાર કેટલીક ભૂલ તપાસ ઉમેરે છે અને બંને માહિતી અને ભૂલ તપાસ બીટ્સને પ્રસારિત કરે છે. આપણે માહિતી બીટ્સ અને ભૂલ તપાસ બીટ્સ બંનેનો ભેગા ટ્રાન્સિમિશન બ્લોક તરીકે બોલાવી શકીએ. પ્રાપ્તિ સમયે, એ જ અથવા વિપરીત ગાણિતિક સૂત્રનો ઉપયોગ માહિતી સચોટ રીતે પ્રાપ્ત થઈ શકે છે. કે નહી તે નક્કી કરવા માટે થાય છે. તે નોંધી શકાય કે ભૂલ એ ભૂલ તપાસ બીટ્સ સહિત ટ્રાન્સિમિશન બ્લોકના કોઈપણ બીટ્સમાં આવી શકે છે. ઉપર ઉલ્લેખ કરાયેલ કોડિંગ યોજનામાં આપણે પેરિટી ચેક અને બ્લોક પેરિટી યોજનાઓની ચર્ચા નીચે કરી છે. અન્ય કોર્ડીંગ યોજનાઓ આ અભ્યાસના ક્ષેત્રની બહાર છે.

પેરિટી ચેકમાં, એક તપાસ બીટ્ માહિતી બીટ્સના પસંદ કરાયેલ બ્લોકમાં ઉમેરવામાં આવે છે. ગાણિતિક ક્રિયા સરળ છે. અને '1' બાયનેરી નંબર ગણવાનો સમાવેશ થાય છે. ભૂલ તપાસ બીટ બાયનેરી '1' અથવા '0' માં ગોઠવવામાં આવે છે. જેથી ટ્રાન્સિમિશન બ્લોકમાં '1_s' નો કુલ નંબર કર્યાં તો સમાન અથવા વિષમ હોય છે. નંબર સમાન હોય કે વિષમ તે પૂર્વ નિર્ધારિત હોવું જોઈએ અને બંને મોકલનાર અને પ્રાપ્ત કરનારને તેની જાણ હોવી જોઇએ. મોકલનાર જરૂરી પેરિટી (સમાન અથવા વિષમ) ગોઠવે છે અને પ્રાપ્ત કરનાર પ્રાપ્ત થયેલ પેરિટી ચકાસે છે. જો પેરિટી ખોટી છે, ટ્રાન્સિમિશન ભૂલ વિનાનું ધારવામાં આવે છે. જો બે અથવા અન્ય કોઈ વિષય નંબરના બીટ્સ ખોટા જાય, પેરિટી શરત સંતોષશે અને ભૂલ વણશોધાયેલ રહેશે.

બ્લોક પેરિટીમાં માહિતી બ્લોક બીબીના (Matrix) રૂપમાં ગોઠવાય છે. અને પેરીટી બીટ બીબાના દરેક હાર (રો) અને સ્તંભ (કોલમ) માં નિર્દિષ્ટ કરવામાં આવે છે. આકૃતિ 7.4 માં દષ્ટાંતરૂપે ઉદાહરણ આપેલ છે. જેમાં 30 માહિતી બીટ્સને (5×6 બીબાના સ્વરૂપમાં ગોઠવેલ છે. બંને સમાન અને વિષમ પેરીટી સંદષ્ટાંત દર્શાવેલ છે. છઠ્ઠી રો અને સાતમી કોલમ પેરીટી બીટ્સ છે. સાતમી કોલમમાં પેરિટી બિટ્સ લોન્ગટ્યુડિનલ પેરિટી તપાસ (Longitudinal Parity Check (LPC)) કહેવાય છે અને છઠ્ઠી રોમાં વર્ટીકલ પેરિટી તપાસ (Varticle Parity Check (VPC)) બીટ્સ કહેવામાં આવે છે. આ બીટ્સ અનુક્રમે રો અને કોલમ માહિતી બીટ્સ માટે પસંદ કરાયેલ પેરિટી યોજના અનુસાર નક્કી કરવામાં આવે છે. આકૃતિ 7.4 માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે છઠ્ઠી રો અને સાતમા કોલમના ખૂણાનું બીટ (આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે) 1 (અથવા '0') ગોઠવાય છે વૈકલ્પિક રીતે, તે VPC રો માટે પેરિટી બીટ અથવા LPC કોલમ તરીકે અથવા ટ્રાન્સિમિશન બ્લોકમાં અન્ય બીજી બીટ્સ માટે પેરિટી બીટ તરીકે ગોઠવાય છે.

બ્લોક પેરિટી યોજનાના આ કિસ્સામાં ભૂલ પુનઃ પ્રાપ્તિ નીચે મુજબ અનુસરે છે. અંતે પ્રાપ્તિ સમયે, બંને LPC અને VPC બીટ્સ પ્રથમ ચકાસવામાં આવે છે. જો તે બંનેમાં ભૂલ હોય તો નિષ્ફળ LPC રો અને નિષ્ફળ VPC કોલમના આંતરછેદ પર માહિતી બીટમાં ભૂલ છે.



(અ) સમાન સામ્યતા (પેરિટી) (બ) વિષમ સામ્યતા (પેરિટિ)

બીટ્સ ઉલટાવીને સુધારાય છે. જો માત્ર LPC અથવા VPC માં ભૂલ જોવા મળે તો તે સૂચવે છે કે અનુરૂપ પેરિટી બીટ્ ભૂલ છે. આ કિસ્સામાં બધી માહિતી

બીટ્સ અખંડ (સબૂત) હોવાથી કોઈ સુધારણાની જરૂર નથી. બ્લોક પેરિટી યોજના બધી એક બીટ ભૂલોને શોધી અને સુધારે છે તે ઘણા બે બીટ અથવા ઘણી બધી બીટ્ભૂલોને શોધવા પણ સક્ષમ છે. સામાન્ય રીતે ઘણી ભૂલોનું પરિણામ ઘણી કોલમો અને/અથવા રોમાં પેરિટી એક નિષ્ફળતા છે. પેરિટી યોજનામાં ફક્ત એક બીટ્ નિષ્ફળતાઓમાંથી પુનઃ સ્થાપન માટે પૂર્ણ રીતે યોગ્ય છે. ત્યારથી, માહિતી બ્લોકનું કદ એવું પસંદ કરવું જોઈએ. જેથી માહિતી બ્લોક એક કરતાં વધુ બીટ્ ભૂલ ના ભોગવે. તે ચેનલના BER ને જાણીને થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, 10^4માં 1 ના BER મૂલ્ય માટે, ટ્રાન્સિમિશન બ્લોકનું કદ 10,000 બીટ્સ કરતા ઓછું હોવું જોઈએ.

◆ **તમારી પ્રગતિ ચકાસો**

(8) માહિતી પ્રત્યાયનના બંને કાર્યક્ષમતા અને વિશ્વસનીયતા પાસાંઓ દર્શાવતો પ્રત્યાયન નમૂનો (મોડેલ) દોરો

(9) પધ્ધતિનો BER 10^5 માં 1 આપેલ છે, એક બીટની સંભાવના ભૂલ હોવાની અને એક બીટની સંભાવના ભૂલ મુક્ત હોવાની ગણતરી કરો.

(10) માહિતી બ્લોક 1100010110 માટે સમાન અને વિષમ પેરિટી યોજનાઓ માટે પેરિટી બીટ મૂલ્યની ગણતરી કરો. આ કિસ્સામાં ટ્રાન્સિમિશન બ્લોકનું કદ શું હોઈ શકે ?

નોંધ : (1) નીચે આપેલ જગ્યામાં તમારા જવાબો લખો

(2) એકમના અંતમાં આપેલ જવાબો સાથે તમારા જવાબો સરખાવો.

....
....
....
....
....
....

7.7 અર્થપૂર્ણ માહિતી સિધ્ધાંત (SEMANTIC INFORMATION THEROY)

વિભાગ 7.2 માં દર્શાવ્યા મુજબ, અર્થપૂર્ણ માહિતી સિધ્ધાંત ત્રણ અલગ અલગ દિશામાં આગળ વધે છે.

- અર્થપૂર્ણ - કેન્દ્રિત અભ્યાસો
  (Semantic Centred Studies)
- સંદર્ભ આધારિત અભ્યાસો
  (Context - dependet studies)
- ઉપયોગકર્તા - કેન્દ્રિત અભ્યાસો
  (User - Centred studies)

અર્થપૂર્ણ કેન્દ્રિત અભ્યાસો સંદર્ભ સ્વતંત્ર છે. તે બંને ને મોકલનાર અને પ્રાપ્ત કરનારને સંદર્ભના ભાગ તરીકે ધ્યાનમાં લે છે અને તેથી માહિતી મૂલ્ય પર આવવા માટે તેની ભૂમિકાને અવગણે છે. તેઓ સંદેશાઓ સંબંધી માહિતી સામગ્રી સાથે સંબંધિત છે. સામગ્રી માપ નોંધપાત્ર માહિતી પર આધારિત છે. જે શેનોનના માપ મુજબ આશ્ચર્યજનક તત્વ અથવા સંદેશાની અનઅપેક્ષિતતાના બદલે સંદેશાનું વહન કરે છે. સામગ્રી માપવામાં, સંદેશો અણુનિવેદનોની સંખ્યાના રૂપમાં અથવા સમૂહમાંથી બનેલા હોવાનું માનવામાં આવે છે. અણુનિવેદનો એવા હોવા જોઈએ કે જે કંઈક માહિતી જે સત્યો પૂરી પાડે નિવેદનો વ્યક્ત કરે અથવા પ્રસ્થાપિત સિધ્ધાંતના સ્વરૂપમાં માહિતી મૂલ્ય નથી તેમ ગણવામાં આવે છે.ઉદાહરણ તરીકે અભિવ્યક્તિની માહિતી સામગ્રી 11×13=143 અથવા નિવેદન ‘સમભૂજ ત્રિકોણની બધી બાજુએ સમાન હોય છે.’ ને શૂન્ય તરીકે ગણવામાં આવે છે. સાહિત્યમાં સંદેશાઓની માહિતી સામગ્રીની અકારણી માટે ઘણાં માર્ગો અથવા અભિગમોની ચર્ચા કરવામાં આવી છે. આમાંના એક પણ માર્ગો નિર્વિવાદ ગાણિતિક આધાર હોવાનું જોવા મળતું નથી. તે પરિણામ સાથે, કોઇ વ્યાપક રીતે સ્વીકારાયેલ નથી. આપણે નીચે મુજબ અર્થપૂર્ણ કેન્દ્રિત અભ્યાસોમાં મુખ્ય અભિગમોને સમજાવીએ. નીચેના અણુ નિવેદનો ધ્યાનમાં રાખો.

(1) વરસાદ વરસી રહ્યો છે.

(2) પવન ફૂંકાઇ રહ્યો છે.

(3) વાતાવરણમાં ભેજ છે.

આ દરેક અણુ નિવેદનોને પૂરક નીચે મુજબ લઇએ.

(1) વરસાદ વરસી રહ્યો નથી.

(2) પવન ફૂંકાઇ રહ્યો નથી.

(3) વાતાવરણમાં ભેજ નથી.

હવે સંદેશો એક અથવા વધુ અણુ નિવેદનો ધરાવે છે જેમ કે,

(1) વરસાદ વરસી રહ્યો નથી.

(2) વરસાદ વરસી રહ્યો છે પરંતુ પવન ફૂંકાઇ રહ્યો નથી.

(3) વરસાદ વરસી રહ્યો છે. પવન ફૂંકાઇ રહ્યો છે. પરંતુ વાતાવરણમાં ભેજ નથી.

સ્પષ્પણે નિવેદનો ૭, ૮ અને ૯ વચ્ચે નિવેદન-૯ની નોંધપાત્ર માહિતી સામગ્રી સૌથી વધુ છે. સંદેશામાં અણુ ઘટકોની સંખ્યાને તેની પહોળાઇ કહેવામાં આવે છે. પહોળાઇ જેટલી મોટી માહિતી સામગ્રી વધારે હોય છે. આ અભિગમમાં બધી જાણીતી શરતોનો સ્પષ્ટપણે ઉલ્લેખ કર્યો છે. ખૂટતી શરતો માહિતીનો અભાવ દર્શાવે છે.

માહિતી સામગ્રી અકારણી માટે બીજો અભિગમ સંદેશાઓમાં માહિતીનું નિર્વિવાદ પ્રતિનિધિત્વ સ્વીકારે છે. માત્ર ત્રણ અણુનિવેદનો 1,2 અને 3 કે તેને અનુરૂપ નકારાત્મક નિવેદનો સિવાય ધ્યાનમાં લો. સંદેશો એક, બે અથવા ત્રણ અણુનિવેદનોનો સમાવેશ કરી શકે છે. અણઉનિવેદનોની ગેરહાજરી તેની નકારાત્મકતા સૂચવે છે ઉદાહરણ તરીકે, 'વરસાદ વરસી રહ્યો છે' સંદેશો સૂચવે છે કે પવન ફૂંકાઈ રહ્યો નથી અને વાતાવરણમાં ભેજ નથી.

કોઈ સામગ્રીના વધુ સુસસ્કૃત માપ પર આવવા માટે ઘટકોના બનવાની સંભાવના અને તાર્કિક જોડાણને ધ્યાનમાં લઈ શકે. તાર્કિક જોડાણ અને (AND) જોડાણ અથવા (OR) કરતાં વધારે માહિતી સામગ્રી પૂરી પાડે છે ઉદાહરણ તરીકે, 'વરસાદ વરસી રહ્યો છે. અથવા પવન ફૂંકાઈ રહ્યો છે.' સંદેશાની માહિતી સામગ્રી સંદેશો 'વરસાદ વરસી રહ્યો છે અથવા પવન ફૂકાંઈ રહ્યો છે.' કરતા વધારે છે. આ અભિગમ બનાવના પરિણામની સંભાવના સાથે જોડાઈને શેનોનના સમાન જ પરિણામ પ્રાપ્ત કરે છે. જો આપણે ધારીએ કે અણુનિવેદનો આંકડાકીય રીતે સ્વતંત્ર છે. તો અને (AND) જોડાણ સંદેશામાં અણુનિવેદનોની સંયુક્ત સંભાવના સૂચિત કરે છે. સંયુક્ત સંભાવના વ્યક્તિગત સંભાવનાઓ કરતાં ઓછું મૂલ્ય હોય છે. સંદેશાની પહોળાઈ લાંબી, તો સંયુક્ત સંભાવના નાની અને માહિતી સામગ્રી વધારે હોય છે.

હવે આપણે આપણું ધ્યાન સંદર્ભિત માહિતી અભ્યાસો તરફ ફેરવીએ. સિધ્ધાંત અહી ંકેટલાંક મૂળભૂત પાસાંઓ જેવા કે કુદરતનો નિયમ, સંદર્ભ અથવા પરિસ્થિતિ ઘટનાઓ અને ગ્રહણક્ષમતા વ્યક્તિઓની ગ્રહણ ક્ષમતા પર આધારિત છે. કેટલાક ચોક્કસ સિધ્ધાંતો આ સિધ્ધાંતનું નિયંત્રણ કરે છે તે આ પ્રમાણે છે :

(1) કુદરતનો નિયમ, જેમ કે ગુરુત્વાકર્ષણ હંમેશા હોય છે. તે ભૂતકાળમાં અસ્તિત્વમાં હતું. હાલમાં અસ્તિત્વમાં છે અને તે ભવિષ્યકાળ પણ અસ્તિત્વમાં હશે, નિયમ બનાવતો નથી પરંતુ સમયે સમયે શોધાય છે. કેટલાંક નિયમો શોધાય છે. અને કેટલાંક બિન શોધાયેલ રહે છે જે શોધાયા છે તે સાચા અથવા ખોટા પણ હોઈ શકે છે એક શોધ ભવિષ્યમાં ખોટી પણ સાબિત થઈ શકે છે. નિયમોની સંખ્યા બધા સમયે સ્થાયી હોય છે.

(2) સમય, સ્થળ અને પર્યાવરણ સંદર્ભ અથવા પરિસ્થિતિ રચે છે. મનુષ્ય સહિત બ્રહ્માંડમાં તમામ પદાર્થોનો સમૂહ પર્યાવરણનો ભાગ છે.

(3) માહિતી માપ છે અને સંદર્ભની પરિસ્થિતિઓનું વર્ણવ કરે છે માહિતી હંમેશા અસ્તિત્વમાં હોય છે. તેનું નિર્માણ કરવામાં આવતું નથી.

(4) નિયમો અને સંદર્ભનું નિયંત્રણ ભવિષ્યના પરિણામો નક્કી કરે છે. તેને ઘટનાઓ કહેવાય.

(5) ઘટનાઓની સચોટ આગાહી થઈ શકે જો નિયમોની સમજ ચોક્કસ હોય અને સંદર્ભની પરિસ્થિતિઓનું માપ ચોક્કસ હોય એટલે કે મળેલ માહિતી ચોક્કસ હોય.

(6) મનુષ્યની ગ્રહણ ક્ષમતા વ્યક્તિ - વ્યક્તિથી અલગ અલગ હોય છે. દરેક વ્યક્તિ અનન્ય છે મનુષ્યની ગ્રહણ ક્ષમતા તેની નિયમો અને સંદર્ભની પરિસ્થિતિઓ સમજવાની તેની/તેણીનો સ્તર નક્કી કરે છે. અને તેથી/તેણીની ક્ષમતા ભવિષ્ય નક્કી કરે છે.

ઉપરોક્ત સિધ્ધાંતો સંદર્ભ કેન્દ્રિત અભ્યાસોના તત્વજ્ઞાનના સ્વભાવને સ્પષ્ટ રીતે સૂચવે છે. મનુષ્ય આ અભ્યાસમાં પરોક્ષ રીતે મનોવૈજ્ઞાનિક, બાયોલોજી, વર્તણૂંક વિજ્ઞાન અને જ્યોતિશ વિદ્યા જેવા વિષયો લાવવામાં મધ્યસ્થ ભૂમિકા ભજવે છે. વ્યક્તિઓને તેની ગર્ભિત ક્ષમતાને આધારે વર્ગોમાં નક્કી કરવાના પ્રયાસો કરવામાં આવે છે. વ્યક્તિઓના વર્ગીકરણમાં પરિબળો જેવાં કે શૈક્ષણિક સ્થિતિ અને આર્થિક સ્થિતિ વગેરેના બદલે તારીખ, સમય અને જન્મનું સ્થળ, જાતિ અને ધર્મ વગેરે જેવા કે પરિબળોને ધ્યાનમાં લેવામાં આવે છે.

સંદર્ભ કેન્દ્રિત અભ્યાસોમાં મનુષ્યને તેમની ગર્ભિત ક્ષમતા નક્કી કરવા માટે વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે. પ્રાપ્તકર્તા - કેન્દ્રિત અભ્યાસોમાં પ્રાપ્તકર્તા, કેવી રીતે ચોક્કસપણે સંદેશાનો અર્થ સંમજે છે, જે મોકલનારનો વહન કરવાનો ઈરાદો છે.

◆ **તમારી પ્રગતિ ચકાસો**

(11) ઉપરોક્ત અણુ નિવેદનો 1,2 અને 3 ના બનવાની શક્યતાઓ અનુક્રમે 1/2, 1/3, અને 1/4 આપેલ છે. શેનોનનું માપ લાગુ પાડો અને નીચે આપેલ સંદેશાઓની માહિતી સામગ્રી નક્કી કરો.

(અ) વરસાદ વરસી રહ્યો છે અને વાતાવરણમાં ભેજ છે (AND)

(બ) પવન ફૂંકાઈ રહ્યો છે અને (AND) વાતાવરણમાં ભેજ નથી (NOT)

નોંધ : (1) નીચે આપેલ જગ્યામાં તમારા જવાબો લખો

(2) એકમના અંતમાં આપેલ જવાબો સાથે તમારો જવાબ ચકાસો

....

....

....

....

....

....

7.8 સારાંશ (SUMMARY)

આ એકમ માહિતી સિધ્ધાંતનો એક અભ્યાસ છે. આ એકમ હાલનાં સમાજમાં માહિતીનું મહત્વ બહાર લાવી એ માહિતીના સિધ્ધાંત માટેની જરૂરિયાત પર ભાર મૂકે છે. ત્યારબાદ વિવિધ માહિતીના સૈધ્ધાંતિક પરિપ્રેક્ષ્યો અને માહિતી સિધ્ધાંતમાં વિવિધ અભિગમોને બહાર લાવવામાં આવ્યા છે. વાક્યરચના માહિતી સિધ્ધાંત, આંકડાકીય માહિતી સિધ્ધાંત અથવા પ્રત્યાયનની ગાણિતિક સિધ્ધાંત તરીકે પણ ઓળખાય છે. તેને વિગતવાર અભ્યાસ માટે લેવામાં આવેલ છે. પ્રથમ, માહિતીને જે વ્યાખ્યાયિત કરી અને માનવ વિચાર પ્રક્રિયાના સંદર્ભ પરિપ્રેક્ષ્યમાં મૂકવામાં આવેલ છે. પછી, માહિતી માપને બિન અપેક્ષિતતાના તત્વના આધારે વિકસાવવામાં આવેલ છે. માહિતી માપ માટે શેનોનનું સમીકરણ અસ્તિત્વમાં આવ્યું છે. ત્યારબાદ માહિતી ઉત્ક્રમનો ખ્યાલ અને તેની ગણતરી માટેની પધ્ધતિને રજુ કરવામાં આવી છે. કાર્યક્ષમ અને વિશ્વસનીય માહિતી પ્રત્યાયનનો મુદ્દો ત્યારબાદ સંબોધવામાં આવેલ છે. સ્રોત કોડિંગ અને ચેનલ કોડિંગને પ્રત્યાયનમાં કાર્યક્ષમતા અને વિશ્વસનિયતા સુધારવા માટે યુક્તિઓ તરીકે ચર્ચા કરવામાં આવી છે. છેલ્લે, અર્થપૂર્ણ માહિતી સિધ્ધાંતના મૂળભૂત પાસાંઓને રજૂ કરવામાં આવેલ છે. અર્થપૂર્ણ કેન્દ્રિત, સંદર્ભ આધારિત અને પ્રાપ્તકર્તા - કેન્દ્રિત અભિગમો અંગે ચર્ચા કરવામાં આવેલ છે. માહિતી સામગ્રી માપવા માટે વિવિધ અભિગમો રજુ કરવામાં આવ્યા છે. શેનોનના અભિગમને સંદેશાઓમાં માહિતીની અર્થપૂર્ણતા સાથે જાતે કોઈ સંબંધ નથી, અર્થપૂર્ણ માહિતી સિધ્ધાંત સંદેશાઓમાં નોંધપાત્ર માહિતી સામગ્રી પર ભાર મૂકે છે.

7.9 તમારી પ્રગતિ ચકાસોના ઉત્તરો (ANSWERS TO SELF CHECK EXERCISE)

(1) માહિતી સિધ્ધાંતના ચાર અભિગમો છે. કેટલાંક અભિગમો એક કરતા વધારે નામથી જાણીતા છે. માહિતી પરિપ્રેક્ષ્યો (દ્દષ્ટિકોણ) ત્રણ છે. આ દરેક અભ્યાસોમાં એક અથવા વધારે પરિપ્રેક્ષ્યોનો ઉપયોગ થયો છે.

આ અભિગમો અને અનુરૂપ માહિતી પરિપ્રેક્ષ્યો નીચે કોષ્ટકમાં દર્શાવવામાં આવેલ છે.

કોષ્ટક : માહિતી સિધ્ધાંત અભિગમો અને માહિતી પરિપ્રેક્ષ્યો

અભિગમો	પરિપ્રેક્ષ્યો
વાક્યરચના અથવા અર્થપૂર્ણ સ્વતંત્ર અથવા ગાણિતિક અથવા આંકડાકીય	વાક્યરચના અથવા બિન-અર્થપૂર્ણ
અર્થપૂર્ણ - કેન્દ્રિત અથવા સંદર્ભ સ્વતંત્ર	અર્થપૂર્ણ
સંદર્ભ આધારિત	વ્યાવહારિક અથવા સંદર્ભિત
પ્રાપ્તકર્તા - કેન્દ્રિત	અર્થપૂર્ણ અથવા વ્યવહારિક

(2) માહિતી પદાર્થની સ્થિતિના વર્ણન તરીકે ઓળખાય છે. વ્યાખ્યામાં ત્રણ ચાવીરૂપ શબ્દો છે : પદાર્થ, સ્થિતિ અને વર્ણન, પદાર્થ સર્જનમાં કોઈનો પણ સમાવેશ કરે છે : જીવંત વસ્તુઓ જેવી કે સુક્ષ્મ જંતુઓ, પ્રાણી સામ્રાજ્ય અને મનુષ્યો, નિર્જીવ વસ્તુઓ જેવી કે માનવ સર્જિત પદાર્થો, પૃથ્વી અને પર્વતો, અને મોટી રચનાઓ જેવી કે ગ્રહો, આંકાશગંગા જેવી મોટી રચનાઓ. દરેક પદાર્થ કોઈપણ સમયે સીમિત અથવા અસિમીત સંખ્યાની સ્થિતિ છે. (ઉદાહરણ આપીને સમજાવેલ છે.) કેટલીક રીતોએ થતું સ્થિતિનું વર્ણન માહિતી રચે છે. વર્ણન મૌખિક, લેખિત, સચિત્ર વગેરે હોઈ શકે.

(3) જ્ઞાનનો અખંડ પ્રવાહ એ માનવ વિચાર પ્રક્રિયાના તાત્વિક ચાર સ્તરો છે. (આકૃતિ 7.1 માં દરેક સ્તરોની ચર્ચા કરવામાં આવી છે. ઉદાહરણ દ્વારા સમજાવ્યું છે કે કોઈ માટે ડેટા હોય તે બીજા માટે માહિતી પણ હોઈ શકે, કોઈ માટે માહિતી હોય તે અન્ય માટે જ્ઞાન પણ હોઈ શકે છે. વગેરે)

(4) સમીકરણ 7.5 માંથી આપણે જાણ્યુ કે

$(P_1+P_2+P_3+P_4=1)$

તેથી, $P_4 = 1 - (0.5 + 0.25 + 0125) = 0.125$.

સમીકરણ 7.2 માંથી આપણે દરેક સંદેશાઓની માહિતી સામગ્રીની ગણતરી કરીએ :

$I_1 = Log_2 \left(1 / \tfrac{1}{2} \right) = 1$ bits.

$I_2 = Log_2 \left(1 / \tfrac{1}{4} \right) = 2$ bits

$I_3 = Log_2 \left(1 / \tfrac{1}{8} \right) = 3$ bits

$I_4 = Log_2 \left(1 / \tfrac{1}{8} \right) = 3$ bits

$I_{Source} = 1+2+3+3 = 9$ bites (બીટ્સ)

(5) લઘુ ગુણકના કાયદાઓમાંથી, આપણે જાણીએ છીએ કે,

જો $Log_a \times \quad n_1$ અને $Log_b \times = n_2$ તો n_1 અને n_2 બંને સંબંધિત છે

$n_2 \quad n_1 \times \log_b{}^a$

હવે 1 હાર્ટલે $\log_{10} 10.1$ હાર્ટલે n_2 બિટ્સ તો,

$n_2 \quad 1 \times \log_2 10 \quad 3.22$ બીટ્સ. તે જ રીતે,

$1nat \quad 1 \times \log_z{}^e \quad \log_2 2.719 \quad 1.443$ બીટ્સ

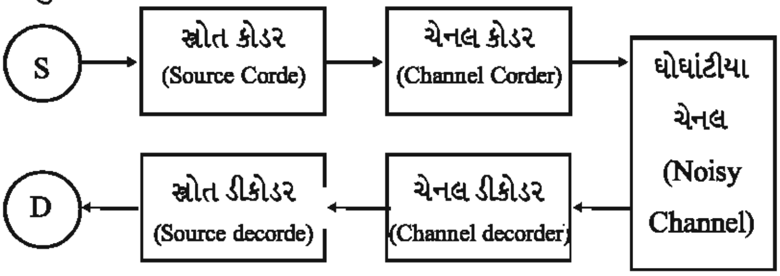
(6) માહિતી ઉત્ક્રમ H આપેલ સ્રોતના સંદેશાની સરેરાશ માહિતી સામગ્રી છે. તે સમીકરણ 7.11 દ્વારા આપવામાં આવેલ છે. આપણે સ્રોતને ચાર સંદેશાઓ સાથે ધ્યાનમાં લીધા છે તેથી, આ સ્ત્રોતનો માહિતી ઉત્ક્રમ

$H \quad 0.5, Log_2(\frac{1}{2}) \quad 0.25, \log_2(\frac{1}{4}) \quad 0.125 \text{ Log}_2 (1/8)$

$= 0.5 + 0.5 + 0.75 = 1.75$ બીટ્સ

(7) બે સંદેશાઓનો માહિતી ઉત્ક્રમ સમીકરણ 7.14 દ્વારા આપવામાં આવ્યો છે. H અને P ના વિવિધ મૂલ્યો માટે ગણવામાં આવેલ છે અને X- ધરી પર P સાથે અને H ને Y- ધરી પર મૂકેલ છે. જ્યારે P = 0.5 હોય ત્યારે H નું મહત્તમ મૂલ્ય 1 તરીકે સાથે પરિણામ વળાંક આકૃતિ 7.2 જેવો જ દેખાય છે.

(8) બંને કાર્યક્ષમતા અને વિશ્વસનીયતા માટેનો નમૂનો અંતે પ્રાપ્તિ બાબતે બંને સ્રોત કોડર અને ચેનલ કોડરને ભેળવી દે છે, અને નીચે મુજબ સ્રોત ડીકોટર અને ચેનલ ડીકોટર પ્રાપ્તિની બાજુએ દર્શાવાય :



કાર્યક્ષમતા અને વિશ્વસનીયતા બંને માટેનો નમૂનો

(9) ભૂલ P_1 માં 1 બીટ હોવાની સંભાવના BER = 10^{-5} તરીકે આપવામાં આવે છે. 1 બીટના સાચા હોવાની સંભાવના = $1\text{-}P_1$ = 1-0.0001 = 0.99999

(10) માહિતી બ્લોક 1100010110 અને તેમાં 10 બીટ્સ છે. 1 પેરીટી બીટ ઉમેરાય અને તેથી ટ્રાન્સિમિશન બ્લોકનું કદ 11 બીટ થાય. સમાન પેરિટી પેટર્ન (ઢબ) : 11000101101 વિષય પેરિટી પેટર્ન : 11000101100

(11) દરેક સંદેશાઓમાં બે અણુનિવેદનોનો સમાવેશ થાય છે. જે દરેક તર્ક અને (AND) દ્વારા જોડાયેલ છે. સંદેશાઓના બનવાની સંભાવનાઓને ઘટકોની સંયુક્ત સંભાવનાઓ દ્વારા આપવામાં આવેલ છે.

સંદેશાની સંભાવના (a) $P1 \quad \frac{1}{2} \times \frac{1}{4} \quad \frac{1}{8}$

તેથી, સંદેશાની માહિતી સામગ્રી (a) $I_q \quad Log_2(1/8) = 3$ બીટ્સ

સંદેશાની સંભાવના (b) $P_2 \quad \frac{1}{3} \times (1 \quad \frac{1}{4}) \quad \frac{1}{3} \times \frac{3}{4} \quad \frac{1}{4}$

તેથી, સંદેશાની માહિતી સામગ્રી (બ) $I_b \quad \log_2(\frac{1}{4}) \quad 2$ બીટ્સ

7.10 ચાવીરૂપ શબ્દો (KEYWORDS)

બીટ્સ, નેટ્સ અને હાર્ટલેસ્ (Bits, Nats and Hartley) : એકમ માહિતીનું પરિમાણ વિનાના માપ નિર્દિષ્ટ કરે છે. જે વપરાયેલ લઘુગુણકના આધાર પર આધારિત છે. બીટ્સ માટે જ્યારે આધારે Z છે. નેટ્સ જ્યારે e છે અને હાર્ટલેસ જ્યારે આધાર 10 છે.

ચેનલ ક્ષમતા (Channel Capacity): માહિતીનો જથ્થો એક સમયમાં સંપૂર્ણ ચોકસાઈ સાથે ચેનલ દ્વારા વહન થઈ શકે

ચેનલ કોડિંગ (Channel Codiling) : એક ઘોઘાટીયા ચેનલ દ્વારા વિશ્વસનીય અથવા ભૂલ મુક્ત પ્રત્યાયન માટે કોડિંગ.

સંદર્ભિત માહિતી (Contextual Information) : જ્યારે સંદેશાનું માહિતી મૂલ્ય આપેલ સંદર્ભના આધારે અકારવામાં આવે તે વ્યાવહારિક માહિતી તરીકે પણ ઓળખાય છે.

કાર્યક્ષમ પ્રત્યાયન (Efficient Communication) : કોડિંગ ટેકનીકોના ઉપયોગ દ્વારા ચેનલની ક્ષમતાનો મહત્તમ ઉપયોગ.

માહિતી ઉત્ક્રમ (Information entropy) : સંદેશાઓના સમૂહમાં સંદેશાની સરેરાશ માહિતી સામગ્રી.

માહિતી માપ (Information Measure) : વિવિધ ટેકનીકોમાંથી એક ઉપયોગ કરીને સંદેશાના માહિતી મૂલ્યનું મૂલ્યાંકન કરવું.

સંદેશો (Message) : એક માહિતી સભર નિવેદન જે બ્રહ્માંડમાં પદાર્થની સ્થિતિનુ વર્ણન કરે

પદાર્થ (Object) : સર્જનમાં કંઈપણ સજીવ, નિર્જીવ વગેરે.

વ્યવહારિક માહિતી (Pragmatic Information) : જ્યાં સંદેશાનું માહિતી મૂલ્ય આપેલ સંદર્ભના આધારે આકારવામાં આવે છે. સંદર્ભિત માહિતી તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે.

પ્રાપ્તકર્તા કેન્દ્રિત (Reciepient Centred) : જ્યાં સંદેશાનું માહિતી સભર મૂલ્ય અર્થના પ્રાપ્તકર્તાના પરિપ્રેક્ષ્યના આધારે અકારવામાં આવે છે. તેને ઉપયોગકર્તા કેન્દ્રિત તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે.

વિશ્વસનીય પ્રત્યાયન (Reliable Communication) : કોડિંગ ટેકનીકોના ઉપયોગ દ્વારા ભૂલમુક્ત પ્રત્યાયન પ્રાપ્ત થાય છે.

સ્રોત કોડિંગ (Source Coding) : માહિતી પ્રત્યાયનમાં કાર્યક્ષમતા હાંસલ કરવા માટે સ્ત્રોત સંદેશાઓનું કોડીંગ

સ્રોત ઉત્ક્રમ (Source Entrophy) : સ્રોતમાંથી સંદેશાની સરેરાશ માહિતી સામગ્રી.

અર્થપૂર્ણ માહિતી (se,amtic Information) : જ્યાં સંદેશાની માહિતી મૂલ્ય સંદર્ભ, મોકલનાર અથવા પ્રાપ્તકર્તાને ધ્યાનમાં લીધા સિવાય તેમાં નિશ્ચિત માહિતીના સમાયેલ જથ્થા દ્વારા મૂલવવામાં આવે છે.

પદાર્થ સ્થિતિ (State of an object): સ્થિતિ જેમાં પદાર્થ અસ્તિત્વમાં હોય છે. બ્રહ્માંડમાં દરેક પદાર્થો સ્થિતિઓના જીવંત અથવા નિર્જીવ સંખ્યામાંથી કોઈ એકમાં અસ્તિત્વ ધરાવે છે.

વાકય રચના માહિતી (Syntactic Information) : જ્યાં સંદેશાનું માહિતી મૂલ્ય સંદેશાના અર્થને ધ્યાનમાં લીધા સિવાય અકારવામાં આવે છે.

7.11 સંદર્ભો અને વિશેષ વાંચન (REFERENCE AND FURTHER READING)

Brewster, R.L. (1986) *Telecommunications Technology.* New Delhi: Affiliated East-West Press Pvt, Ltd.

Hintikka, Jaakko and Suppes, Patrick. (1970) *Information and Inference.* Dordrecht-Holland; D. Reidel Publishing Company.

Kasiwagi, Dean. (2003) *Information Measurement Theory (IMT).* Encyclopaedia of Information Systems. Vol. 2. USA: Elsevier Science,

Lebow, Irwin. (2000) *Understanding Digital Transmission and Recording.* New Delhi: Prentice Hall of India,

Lubbe, Jan C A van der. (1997) *Information Theory.* Cambridge: Cambridge University Press,

Verlinde, Patrick (2003) *Information Theory,* Encyclopaedia of Information Systems, Volume 2. USA: Elsevier Science