

कम्प्यूटर कला का आरम्भ

डॉ. प्रियंका

पूर्व एसिसटेंट प्रोफेसर, एम सी एम डी ए वी कॉलेज, चण्डीगढ़

सारांश :- आमतौर पर कला को हम पेंटिंग, ड्रॉइंग और स्थापत्य के रूप में देखते हैं। जैसा कि नाम से ही स्पष्ट है, कम्प्यूटर कला, कला का वह नया रूप है, जिसमें कलाकृति को तैयार करने के लिए हम कम्प्यूटर तकनीक का सहारा लेते हैं। वर्तमान कम्प्यूटर डिजिटल कार्य प्रणाली के आधार पर कार्य करता है, यही नहीं वर्तमान कैमरा व कई अन्य उपकरण जो कम्प्यूटर से संलग्न हो सकते हैं, डिजिटल कार्य प्रणाली पर आधारित हैं। जिन्हें कलाकृति सृजन के माध्यम के रूप में प्रयोगान्वित किया जाता है। इन उपकरणों के माध्यम से सृजित कलारूप को ही डिजिटल कला व कलाकृति कहा जाता है। परन्तु, 1950 के दशक में डिजिटल आधार ग्रहण करने से पूर्व कम्प्यूटर की कार्यप्रणाली एनालॉग थी। इस कारण, एनालॉग कम्प्यूटर से सृजित कलाकृति को कम्प्यूटर कला कहा गया। 1940-50 ई. की उभरती नई तकनीकों ने वैज्ञानिक कलाकारों (विज्ञान के साथ-साथ कला का ज्ञान रखने वाले) का ध्यान कलाक्षेत्र में कम्प्यूटर तकनीक का प्रयोग करने की ओर आकर्षित किया। इस कारण एनालॉग कम्प्यूटर की सहायता से वैज्ञानिक कलाकारों ने अधिकाधिक कृतियों का सृजन किया। कम्प्यूटर कला काल को डिजिटल कला के जन्मकाल के रूप में भी देखा व समझा जा सकता है। इस अध्ययन में कम्प्यूटर कला के सृजन काल, कलाकार, मुख्य प्रदर्शनियाँ व तकनीकी पहलु को प्रस्तुत किया गया है।

कम्प्यूटर कला का इतिहास :- दूसरे विश्व-युद्ध के दौरान कम्प्यूटर तकनीक में तेजी से विकास हुआ। युद्ध के पश्चात् भी वैज्ञानिकों तथा कम्प्यूटर प्रयोगकर्ताओं ने कम्प्यूटर तकनीक में कई सुधार किए तथा इसकी सहायता से कई क्षेत्रों में प्रयोगकार्य प्रारम्भ किए। कला अपने वर्तमान युग की गतिविधियों अपेक्षाओं, आकांक्षाओं से प्रभावित रहती है, समाज को नई दृष्टि प्रदान करती है तथा युग-विशेष की विशिष्ट प्रवृत्तियों, विचारों, समस्याओं व परिस्थितियों की ओर दर्शक का ध्यान केन्द्रित करती है। यही कारण है कि लगभग 1940-50 ई. की उभरती नई तकनीकों ने वैज्ञानिक कलाकारों (विज्ञान के साथ-साथ कला का ज्ञान रखने वाले) का ध्यान कलाक्षेत्र में कम्प्यूटर तकनीक का प्रयोग करने की ओर आकर्षित किया।

कम्प्यूटर कला का आरम्भ आज से लगभग 7 दशक पहले 1950 के दशक के आरम्भ में एनालॉग कम्प्यूटर से सर्वप्रथम बनाए गए 'ऑसिलेशन' (Oscillation) नामक ग्राफिक से हुआ। ऑसिलेशन ग्राफिक कम्प्यूटर स्क्रीन पर चलायमान अवस्था में इलैक्ट्रॉनिक तरंगें थी, जिन्हें स्थिर (Still) फोटोग्राफी द्वारा रिकॉर्ड किया गया। ऑसिलेशन सिरीज की ऑसिलॉन नामक कलाकृति चित्र सूची में शामिल की गई है। (चित्र फलक-1) इस ग्राफिक के निर्माता 'बैन्जामिन लैपोस्की' एक गणितज्ञ, कलाकार तथा ड्राफ्टमैन थे। उन्होंने 1952 ई. में 'Oscillons' (लैपोस्की द्वारा दिया गया नाम) की '50' तस्वीरों को चेरोंकी नामक स्थान के 'सैनफोर्ड म्यूजियम' में प्रदर्शित किया। इन्हीं तस्वीरों में से एक तस्वीर 'ऑसिलॉन' (1950), स्क्रिप्टा मैथेमेटिका नामक मैगजीन में छापी गई। (चित्र फलक-2) लैपोस्की ने इनको 'इलैक्ट्रॉनिक एब्सट्रैक्शन' कहा।

1952 ई. में सैनफोर्ड म्यूजियम में 'इलैक्ट्रॉनिक एब्सट्रैक्शन' प्रदर्शनी के गैलरी नोट्स के अनुसार— "इलैक्ट्रॉनिक एब्सट्रैक्शन नई प्रकार की अमूर्त कला है। वह सुन्दर डिज़ाइन रचना है, जो कैथोड-रे ऑसिलोस्कोप (Cathode-ray-Oscilloscope) पर प्रकट हुई इलैक्ट्रॉनिक तरंगों के संयोग से बने रूपाकार है। इनमें आकार तथा टैक्सचर की बहुत अधिक विभिन्नताएँ मौजूद थी। सभी पैटर्नस् में अमूर्त गुण विद्यमान हैं, जो अब तक ज्यामितिय यथार्थता के अन्तर्गत रखे जाते हैं। वे विभिन्न गणितीय वक्रों (curves), ज्यामितिय चाक (Lathes) के जटिल खाका तथा पैन्डुलम पैटर्न से सम्बन्धित हैं, परन्तु यह डिज़ाइन के इन स्रोतों से दूर की

सम्भावनाओं को दर्शाते हैं।¹ आप इस कथन का अनुमान बैन्जामिन लैपोस्की द्वारा सृजित चित्र ऑसिलेशन-4, ऑसिलॉन व ऑसिलोस्कोप-45 (1950-52) को देखकर लगा सकते हैं। (चित्र फलक-1,2,3,) 'ऑसिलियॉन' नामक रंगीन चित्र (चित्र फलक-15) भी इलैक्ट्रॉनिक तरंगों की फोटो है। लैपोस्की के चित्र 'ऑसिलेशन-3' व 'ऑसिलेशन-4' (चित्र फलक-1) में थोड़ी बहुत समानता है, परन्तु 'ऑसिलोस्कोप-45' (चित्र फलक-3) इन दोनों से भिन्न है।

कई जाने-माने कलाकारों, जैसे गाबो, जॉन मीरो, मोन्दीयाँ, वसारली मालविक, लेजे, मार्शल ड्यूचम्प, कैलडर तथा कुछ सिंक्रोमिज्म व फ्यूचरिज्म आदि के कलाकारों ने लैपोस्की की प्रशंसा की।

लैपोस्की के पश्चात् 1956 ई. में हर्बर्ट फ्रेंके द्वारा बनाए गए 'इलैक्ट्रॉनिक एब्सट्रैक्शन्स' का उल्लेख मिलता है। फ्रेंके के आरम्भिक इलैक्ट्रॉनिक एब्सट्रैक्शन्स, लैपोस्की के एब्सट्रैक्शन के सदृश थे। 'ऑस्जिलोग्राम' (Oszillogramme) (चित्र फलक-4) उनके द्वारा 1956 ई. में बनाए गए इलैक्ट्रॉनिक एब्सट्रैक्शन का फोटोग्राफ है। इसके अलावा उनकी 'रोटेशनन, प्रोजेक्शन' (Rotatoinen, Projection) नामक कलाकृति भी प्रस्तुत है (चित्र फलक-5)। इसमें पतली घुमावदार रेखाएँ दिखाई देती हैं। इसके पश्चात् मोटी रेखाओं से युक्त एक अन्य कृति 'फेज़ पिक्चर फ्रॉम द फ़िल्मस्' (Phase picture from the films) का सृजन करने के लिए 'ग्राफ़िक म्यूज़िक' का प्रयोग किया गया। चित्र फलक-6 में इस कृति के दो पहलू दर्शाए गए हैं। फ्रेंके की एक अन्य कलाकृति 'इलैक्ट्रॉनिक ग्राफ़िक' (चित्र फलक-13) दृष्टिगत तौर पर बहुत सुन्दर है।

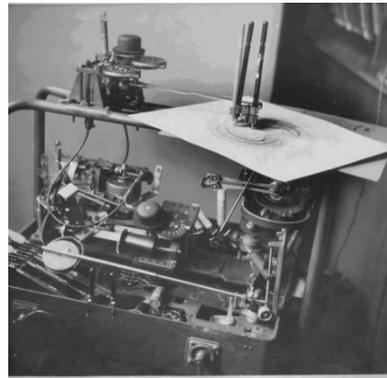
1973 ई. से 1997 ई. तक फ्रेंके ने 'म्यूनिख यूनिवर्सिटी' में कम्प्यूटर ग्राफ़िक तथा कम्प्यूटर कला विषय पर व्याख्यान दिए। उन्होंने कम्प्यूटर कला पर लेख प्रस्तुत किए व उनका 'कम्प्यूटर ग्राफ़िक- कम्प्यूटर आर्ट' (Computer Graphics - Computer Art) नामक पहला विस्तृत मूलग्रंथ प्रकाशित हुआ।

1958 ई. में जॉन व्हिटनी ने आर्ट-एनिमेशन बनाने के लिए एनालॉग कम्प्यूटर का प्रयोग किया। उन्हें कम्प्यूटर ग्राफ़िक्स का पिता भी कहा गया। जॉन व्हिटनी तथा उनके परिवार ने संगीतिय रचना को प्रयोगात्मक फ़िल्म (Experimental film) तथा कम्प्यूटर दृश्यों (Computer Imaging) से जोड़ने का कार्य किया। उन्होंने संगीत व कम्प्यूटर दृश्यों को आपस में जोड़ कर प्रस्तुत किया। जैसे; वर्तमान समय में कम्प्यूटर सॉफ़्टवेयर 'विण्डो मिडिया प्लेयर' में ऑडियो संगीत चलाने पर स्क्रीन पर कुछ रंगीन तरंगें दृश्यमान होती हैं तथा ये तरंगें संगीत की लय व तान के अनुसार हरकत करती हैं। जॉन व्हिटनी ने इसी प्रकार संगीत व दृश्य तरंगों को आपस में जोड़ा। 1970 ई. के दशक में इन्होंने कम्प्यूटर द्वारा तेजी से कार्य करने हेतु डिजिटल कम्प्यूटर को अपनाया।

1960 के दशक के मध्य में कई लोगों ने व्यक्तिगत रूप से कम्प्यूटर कला में भाग लिया, यहाँ तक कि इन्जीनियर व वैज्ञानिकों ने भी। इनके व्यक्तिगत रूप से भाग लेने का एक मुख्य कारण यह रहा कि उन्हें विश्वविद्यालय की वैज्ञानिक शोध-कार्यशाला में कम्प्यूटिंग स्रोत प्राप्त थे। यही कारण है कि कम्प्यूटर कला क्षेत्र में रोज नए-नए प्रयोग कार्य प्रारम्भ हो गए।

¹ "Electronic Abstractions are a new kind of abstract art. They are beautiful design compositions formed by the combination of electrical wave forms as displayed on a cathode-ray oscilloscope. The exhibit consists of 50 photographs of these patterns. A wide variety of shapes and textures is included. The patterns all have an abstract quality, yet retain a geometrical precision. They are related to various mathematical curves, the intricate tracings of geomatric lathes and pendulum patterns, but show possibilities for beyond these sources of design.

- Sanford museum, Gallery notes for Electronic Abstractions, 1952



चित्र सं.-1.1: हैनरी की प्रथम
ड्राईंग मशीन से कलाकृति का
सृजन

1960 ई. में **डेशमोंड पोल हैनरी** ने बॉम्बसाइट (Bombsight) एनालॉग कम्प्यूटर की सहायता से प्रथम ड्राईंग मशीन का निर्माण किया। उन्होंने क्रमशः पाँच ड्राईंग मशीन का निर्माण किया जिसमें से चौथी व पाँचवी मशीन क्रमशः 1984 ई. व 2002 ई. में बनाई गई। यह दोनों मशीनी लोलक डिज़ाइन (Mechanical pendulum design) पर आधारित मशीनें हैं। 1960 ई. में प्रथम मशीन द्वारा बनाया गया प्रथम चित्र जटिल विवरण वाले अमूर्त आकारों के समान है। यह अमूर्त आकार मशीन में प्रयुक्त 'बीरो पैन' (Biro pen) की सहायता से प्रत्यक्ष रूप से कागज़ या हार्ड बोर्ड पर बनाए गए हैं, जैसा कि नीचे दिए गए चित्र सं.-1.1 में दिखाया गया है। इन्हें कम्प्यूटरजनित ग्राफ़िक्स इसलिए कहा जाता है क्योंकि यह मशीन बॉम्बसाइट कम्प्यूटर के मुख्य आधार के साथ अन्य आवश्यक भागों (कल-पूजों) को जोड़कर बनाई गई थी।

1963 ई. में दूसरी ड्राईंग-मशीन तथा 1967 ई. में तीसरी ड्राईंग-मशीन का निर्माण किया गया। इन मशीनों से जटिल, अमूर्त, असममित (Asymmetrical) वृताकार तथा अनेकावृति वाले रेखीय चित्रों (ड्राईंग) का सृजन किया जा सकता था। उदाहरणस्वरूप- दूसरी ड्राईंग-मशीन द्वारा सृजित ड्राईंग को देखें। (चित्र फलक-7)

हैनरी इन चित्रों को पूर्ण मानकर, हाथ से सुधार किए बिना ही छोड़ देते थे। उदाहरणस्वरूप- हैनरी की अन्य कृति चित्र फलक-8 को देख सकते हैं। 1962 ई. में इन कम्प्यूटरजनित ग्राफ़िक्स की प्रदर्शनी 'आईडियोग्राफ़' (Ideographs) नाम से लन्दन की 'रेड गैलरी' (Reid Gallery) में आयोजित हुई।



चित्र सं.-1.2: ईवान सदरलैण्ड 'लाइट
पैन' से कम्प्यूटर स्क्रीन पर ड्राईंग बनाते
हुए

1963 ई. में प्रथम कम्प्यूटर कला-प्रतियोगिता आयोजित हुई जो यू. एस. (U.S.) के 'कम्प्यूटर एण्ड ऑटोमेशन' (Computer and Automation) के जरनल द्वारा प्रायोजित की गई। इसमें 1965 ई. व 1966 ई. में क्रमशः **माइकल नोल** तथा **फ्रेडर नेक** ने प्रतियोगिता जीती। **फ्रेडर नेक** कलाकृति सृजन के लिए प्लोटर का प्रयोग भी करते थे। उनके द्वारा सृजित चित्र 'सेरीग्राफी आफ्टर प्लोटर ड्रॉइंग' (Serigraphy after Plotter drawing) जो 'ग्राफोमेट जुस-Z64 (Graphomat Zuse Z64) नामक ड्रॉइंग-मशीन से पेपर पर इंक में बनी है। (चित्र फलक-10) इसी समय के दौरान 'एडवर्ड ई. जैजेक' ने बैल लैबस् में पहली कम्प्यूटरजनित फिल्म बनाई, जिसका नाम 'Simulation of a two-giro gravity attitude control system', (1963) था। इस फिल्म का एक दृश्य चित्र फलक-9 में दर्शाया गया है। 1967 ई. में **चार्ल्स सूरी** ने भी 'हम्मिंगबर्ड' (चित्र फलक-11) नामक पहला कम्प्यूटरजनित कलाकार्य का सृजन किया। **चार्ल्स सूरी** तथा **जेम्स शैफर** द्वारा सृजित 'साइन वेव मैन' नामक चित्र (चित्र फलक-14) लहरदार रेखाओं से निर्मित कम्प्यूटर कलाकृति है। यह किसी व्यक्ति का व्यक्ति चित्र है, परन्तु इसके मुख पर इस प्रकार के प्रभाव का सृजन किया गया है जैसा कि किसी स्याही को लम्बवत् पोंछने पर प्रभाव बनता है। इसे देखने पर सहानुभूति के भाव आते हैं।

1963 ई. में सर्वप्रथम 'इवान सदरलैण्ड' द्वारा 'इन्टरएक्टिव कम्प्यूटर ग्राफिक' के लिए स्कैचपैड प्रक्रिया का प्रयोग किया गया। अब आधुनिक इंटरएक्टिव कम्प्यूटर ग्राफिक्स के अग्रदूत **सदरलैण्ड** कम्प्यूटर स्क्रीन पर 'लाईट पेन' (Light pen) से रेखाएँ खींचने में सक्षम हुए तथा इसके परिणाम तुरन्त उसी समय देखे जा सकते थे। जैसा कि चित्र सं.-1.2 में दर्शाया गया है।

1965 ई. में कम्प्यूटर कला की कई प्रदर्शनियों का आयोजन हुआ। 1965 ई. में **फ्रेडर नेक**, **माइकल नोल** तथा **जॉर्ज नीस** द्वारा प्रथम कम्प्यूटर कला प्रदर्शनी का आयोजन 'स्टटगार्ट' में 'टैक्नीशच होश्च्यूले' (Technische Hochschule in Stuttgart, Germany) नामक स्थान पर किया गया।

1965 ई. में ही पहली यू. एस. (U.S.) कम्प्यूटर कला प्रदर्शनी का आयोजन न्यूयार्क की 'हावर्ड वाइस गैलरी' (Howard wise Gallery) में हुआ। इस प्रदर्शनी में **माइकल नोल** तथा **बेला जूलस** की कम्प्यूटरजनित कलाकृतियाँ भी शामिल थी। इसी वर्ष ही कम्प्यूटर कला की प्रथम तीन सार्वजनिक प्रदर्शनियों का आयोजन किया गया। इनमें से प्रथम प्रदर्शनी 5-19 फरवरी, तक **जॉर्ज नीस** के द्वारा कम्प्यूटर ग्राफिक (Computer-grafik) नाम से 'स्टुडियन-गैलरी डेस स्टुडियन जनरल, टी एच स्टटगार्ट' (Studien-Gallerie des studium Generall, TH Stuttgart) में आयोजित की गई। इसका उद्घाटन **मैक्स बेन्स** द्वारा किया गया। दूसरी प्रदर्शनी 6-24 अप्रैल, तक **माइकल नोल**, व **बेला जूलस** द्वारा 'कम्प्यूटर जेनरेटिड पिक्चरस्' नाम से 'होवार्ड वाइस गैलरी, न्यूयार्क में आयोजित की गई तथा तीसरी प्रदर्शनी 5-26 नवम्बर, तक कम्प्यूटर ग्राफिक (Computer grafik) नाम से गैलरी वेंडेलिन नेडलिक, स्टटगार्ट (Galerie Wendelin Niedlich, Stuttgart) में **फ्रेडर नेक** तथा **जॉर्ज नीस** के द्वारा आयोजित की गई। इसका उद्घाटन भी जर्मनी के विद्वान **मैक्स बेन्स** ने ही किया। **फ्रेडर नेक** द्वारा सृजित 'पोलिगोंजुग' नामक रंगीन कृति इसी वर्ष सृजित की गई है। इसमें वर्गाकारों से पैटर्न बनाया गया है तथा लाल, पीले, गुलाबी व नीले रंगों की अनेक तानों का प्रयोग किया गया है। **बेला जूलस** द्वारा सृजित डिजिटल कलाकृति 'रेन्डम जेनरेशन पैटर्न' में लम्बवत् मोटी रंगीन रेखाओं का प्रयोग किया गया है। ये एक दूसरे के ऊपर खींची गई प्रतीत होती हैं।

1967 ई. में आरम्भिक गणितज्ञ **फ्रेडर नेक** ने अपने प्लोटर प्रिन्टस् में 'मैट्रिक्स मल्टीपलीकेशन' (Matrix multiplication) की दृश्यात्मक अभिव्यक्ति को खोजा। ये चित्र निःसन्देह कलात्मक प्रयोजन रखते हैं। **नेक** द्वारा बनाई गई 'मैट्रिक्स मल्टीपलीकेशन सीरीज़' (Matrix Multiplication series, 1967), प्लोटर (Plotter) के 'फ्लैट टिप पेन' द्वारा कागज़ पर किया गया कार्य है।

उनके द्वारा 'गेराडनस्कान' (Geradenscharn) नामक एक सीरिज़ बनाई जिसमें से अधिकतर को 'गेराडनस्कान' नाम दिया गया, जिसमें एक चित्र 'गेराडनस्कान होमेज ए हैन्स हर्टग' (Geradenscharn Hommage a Hans Hartung, 1965) एक रंगीन प्लोटर ड्रॉइंग है।

1968 ई. में 'द कम्प्यूटर एण्ड द आर्ट्स' प्रदर्शनी 'साइबरनेटिक सेरेन्डेपिटी' नाम से लन्दन के I. C. A.* में आयोजित की गई। जिसकी व्यवस्था **जेसिया रिचार्ड** (Jasia Reichardt : Director of I. C. A. and Author of the Computer Art) ने की तथा इसका विचार **मैक्स बेन्स** द्वारा दिया गया था। इस प्रदर्शनी में कम्प्यूटर आर्ट कलाकारों के आलावा अन्य दृश्यकला कलाकारों ने भी भाग लिया। 1968 ई. में ही **चार्ल्स सूरी** की 'हम्मिंगबर्ड' नामक कृति 'म्यूज़ियम ऑफ मॉडर्न आर्ट (यू.एस) द्वारा स्थाई संग्रह में शामिल करने हेतु खरीद ली गई। 1968 ई. में **जॉन लैंसडाऊन** (John Lansdown : Architect) तथा **एलन स्टक्लिफ** (Alan Sutcliffe : Pioneer of computer music, UK) ने कम्प्यूटर आर्ट सोसाइटी को ब्रिटिश कम्प्यूटर सोसाइटी की शाखा के रूप में परिवर्तित कर दिया।

1964 ई. से कम्प्यूटर ग्राफ़िक्स, मूर्तिशिल्प तथा फ़िल्म मिडिया में काम कर रहे **जॉर्ज नीस** ने 1969 ई. में कम्प्यूटर मूर्तिशिल्प का निर्माण किया। '**क्यूबिक डिसऐरे**' (Cubic Disarray), 1968-1971 में **जॉर्ज नीस** द्वारा बनाई एक अन्य सुंदर कृति है। (चित्र फलक-12)। 1971 ई. में '**हर्बर्ट फ्रंके**' ने 'कम्प्यूटर ग्राफ़िक्स-कम्प्यूटर आर्ट' पुस्तक प्रकाशित की। इस प्रकार कम्प्यूटर ग्राफ़िक्स अर्थात् कम्प्यूटर कला का समय-समय पर सतत सृजन होता रहा है व आज भी कुछ कलाकार कम्प्यूटर कला का सृजन कर रहे हैं।

निष्कर्ष :- चित्र-सृष्टि स्वानुभूति को सुन्दरतम रूप में अभिव्यक्त करने के लिए उन्हीं माध्यमों का प्रयोग करता है, जिसके माध्यम से वह स्वयं को अभिव्यक्त करने में सक्षम पाता है ताकि उसकी स्वानुभूति या विचार, कला-दर्शक तक सरलता से पहुँच सके। वह कई माध्यमों, जैसे- तैलरंग, जलरंग, एक्रेलिक या छायाचित्रण आदि का प्रयोग करता है। एक छायाकार अपने विचारों की अभिव्यक्ति छायाचित्रों के द्वारा प्रस्तुत करता है, क्योंकि वह उस विधा में पारंगत होता है। कम्प्यूटर कला का सृजन उन कलाकार यंत्रकारों द्वारा किया गया है जो एनालॉग कम्प्यूटर व उससे संलग्न होने वाले यंत्रों द्वारा कला सृजन करने में कुशल थे। इन्हें वैज्ञानिक कलाकार भी कहा जा सकता है। इन्हीं वैज्ञानिक कलाकारों की कला कुशलता के कारण ही कला प्रत्यक्ष रूप से कम्प्यूटर तकनीक से जुड़ पाई व आगे चलकर डिजिटल कला का स्वरूप धारण किया।

सन्दर्भ सूची

1. बाहरी, डॉ. हरदेव, *हिन्दी शब्दकोष*, राजपाल एंड सन्स : कश्मीरी गेट, दिल्ली, दसवां संस्करण-1996, पृ. सं. -677
2. Dreher, Thomas, (English Version 2015), History of Computer Art, First published on IASL online Lessons/Lektionen in NetArt, III 2.1-III 2.2
3. <http://www.Livehindustan.com>
4. <http://en.wikipedia.org>
5. <http://mysite.pratt.edu>
6. <http://www.atariarchives.org>
7. <http://digitalartmuseum.org>
8. <http://www.citi.Columbia.edu>
9. <http://dada.compart-bremen.de>
10. Nake, Frieder, (2005), *Computer Art : A Personal Recollection*, University of Bremen, (Conference: Proceedings of the 5th Conference on Creativity&Cognition, London, United Kingdom), 54-58
11. Noll, Michael, (1994), *(The Beginnings of Computer Art, in the United States: A Memoir)*, *Leonardo*, 27(1), 39-44. doi:10.2307/1575947

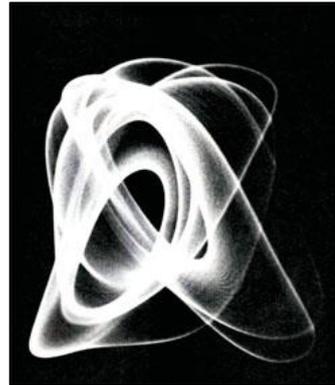
- 12. Schwab, Michael, (April-2003), *Early Computer Art and the Meaning of Information*, https://www.emohr.com/articles-biblio/Early_Computer_Art.pdf
- 13. Taylor, Grant D. (2014), *When The Machine Made Art: The Trubled History of Computer Art*, Volume-8, International Texts in Critical Media Aesthetics, Bloomsbury, New York, 25-64



चित्र फलक :-1



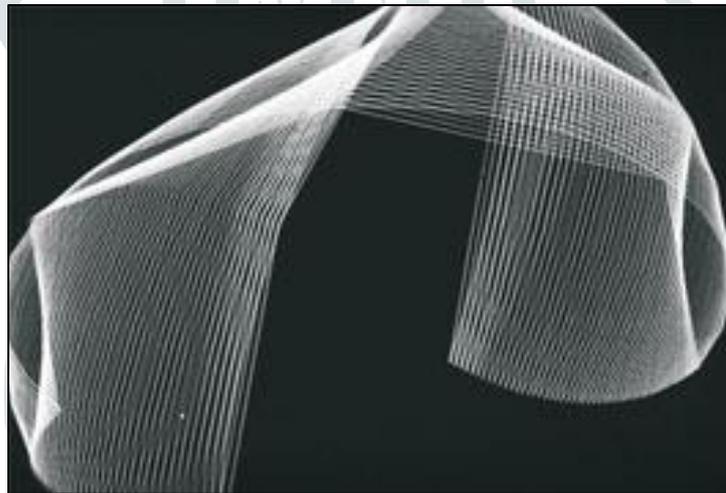
चित्र फलक :-2



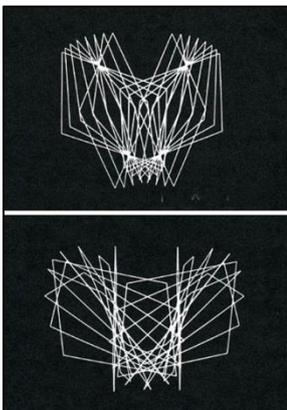
चित्र फलक :-3



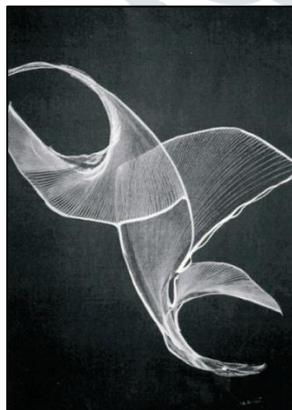
चित्र फलक :-4



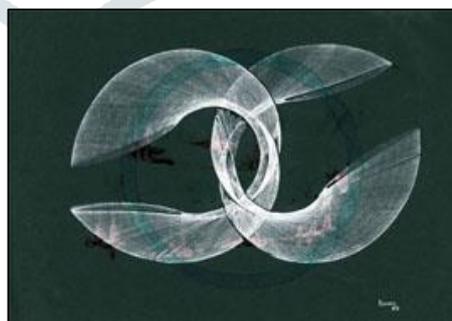
चित्र फलक :-5



चित्र फलक :-6



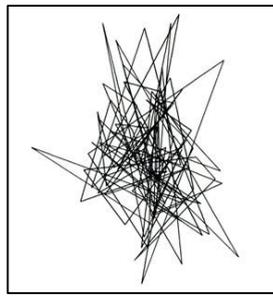
चित्र फलक :-7



चित्र फलक :-8



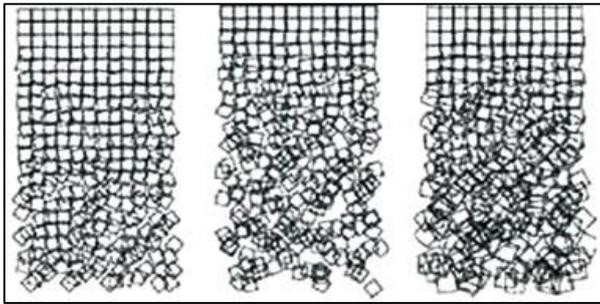
चित्र फलक :-9



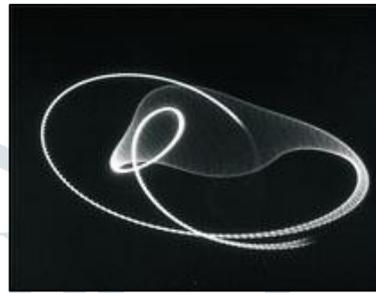
चित्र फलक :-10



चित्र फलक :-11



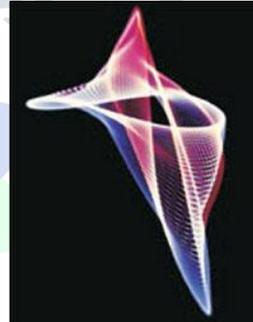
चित्र फलक :-12



चित्र फलक :-13



चित्र फलक :-14



चित्र फलक :-15