



ऐतिहासिक वारसा स्थळांच्या शाश्वत विकासामध्ये कृत्रिम बुद्धिमत्तेची भूमिका

प्रा. डॉ. नारायण अंबू शिंदे

सहयोगी प्राध्यापक, इतिहास विभाग

के. टी. एच. एम. महाविद्यालय, नाशिक-२

मो. न. ७५८८०१३१६६

इमेल - nashindehistory@gmail.com

सारांश (Abstract)

कृत्रिम बुद्धिमत्ता हा मानवी बुद्धिमत्तेने निर्माण केलेला अद्भुत चमत्कार आहे. या तंत्रज्ञानामुळे अनेक अद्भुत गोष्टी साध्य होऊ शकतात या तंत्रज्ञानाच्या विकासाचा वेग विलक्षण आहे. आगामी काळात हे तंत्रज्ञान आपल्याकडून अपरिहार्यपणे स्वीकारले जाणार आहे. आपल्या दैनंदिन जीवनाचा महत्त्वपूर्ण भाग बनणार आहे. जगामध्ये आर्टिफिशियल इंटेलिजन्स वापरणाऱ्यांची संख्या अमेरिका, चीन पाठोपाठ भारतात देखील वाढत आहे. हे तंत्रज्ञान ऐतिहासिक स्थळांच्या शाश्वत विकासासाठी देखील अतिशय उपयुक्त ठरू शकते.

ऐतिहासिक स्थळे ही एखाद्या राष्ट्राच्या सांस्कृतिक वारशाची, सामाजिक ओळखीची आणि ऐतिहासिक परंपरेची साक्ष देणारी अमूल्य संपत्ती आहेत. किल्ले, स्मारके, मंदिरे, गुहा, लेणी, पुरातत्त्वीय स्थळे यांसारखी वारसास्थळे केवळ भूतकाळाची आठवण नसून शिक्षण, पर्यटन आणि आर्थिक विकासासाठीही अत्यंत महत्त्वाची आहेत मात्र सध्या ही स्थळे हवामान बदल, प्रदूषण, नैसर्गिक आपत्ती, शहरीकरण, अतिक्रमण, तोडफोड आणि अतिपर्यटन अशा विविध समस्यांमुळे गंभीर धोक्यांना सामोरे जात आहेत. त्यामुळे ऐतिहासिक वारसा स्थळांचा शाश्वत विकास करणे ही बदलत्या काळाची महत्त्वाची गरज बनली आहे.

अलीकडच्या काळात कृत्रिम बुद्धिमत्ता (Artificial Intelligence - AI) ही एक प्रभावी आणि आधुनिक तंत्रज्ञान प्रणाली म्हणून उदयास आली असून ती ऐतिहासिक स्थळांच्या संवर्धन आणि व्यवस्थापनासाठी अत्यंत उपयुक्त ठरू शकते. AI आधारित संगणकीय दृष्टी, मशीन लर्निंग, ड्रोन तंत्रज्ञान आणि पूर्वांनुमान विश्लेषण यांच्या साहाय्याने स्मारकांमधील झीज, भेगा, संरचनात्मक कमजोरी आणि पर्यावरणीय धोके लवकर ओळखता येतील. त्यामुळे वेळेआधी योग्य उपाययोजना करून ऐतिहासिक स्थळांचे नुकसान टाळता येवू शकते.



याशिवाय कृत्रिम बुद्धिमत्ता शाश्वत पर्यटन व्यवस्थापन, डिजिटल दस्तऐवजीकरण, 3D मॉडेलिंग, आभासी संग्रहालये आणि व्हर्चुअल टूर यांद्वारे ऐतिहासिक स्थळांचे संरक्षण आणि प्रसार करण्यात महत्त्वाची भूमिका बजावू शकते. शिक्षण आणि जनजागृती वाढवण्यासाठी AI आधारित आभासी मार्गदर्शक आणि संवादात्मक तंत्रज्ञान प्रभावी ठरणार आहे. तथापि, तंत्रज्ञानाचा उच्च खर्च, प्रशिक्षित मनुष्यबळाचा अभाव, डेटा गोपनीयतेचे प्रश्न आणि सांस्कृतिक संवेदनशीलता यांसारखी काही आव्हानेही आहेत. योग्य नियोजन, नैतिक वापर आणि पारंपरिक संवर्धन पद्धतींसोबत AI चा समन्वय साधल्यास ऐतिहासिक वारसा स्थळांचा शाश्वत विकास अधिक प्रभावीपणे साध्य होऊ शकतो.

मुख्य शब्द (Keywords): कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI), शाश्वत विकास, ऐतिहासिक स्थळे, सांस्कृतिक वारसा, संवर्धन, स्मार्ट पर्यटन, डिजिटल वारसा.

१. प्रस्तावना (Introduction)

किल्ले, मंदिरे, लेणी, गुहा, स्मारके, पुरातत्त्वीय स्थळे आणि ऐतिहासिक शहरे ही आपल्या समृद्ध सांस्कृतिक वारशाची साक्ष देतात. ही स्थळे केवळ भूतकाळाची आठवण नसून ती शिक्षण, पर्यटन आणि आर्थिक विकासासाठीही महत्त्वाची आहेत. ऐतिहासिक स्थळांमुळे स्थानिक रोजगार निर्माण होतो आणि राष्ट्रीय अर्थव्यवस्थेला चालना मिळते. असे असले तरी वाढते प्रदूषण, हवामानातील बदल, लोकसंख्येचा ताण आणि अयोग्य मानवी हस्तक्षेप यामुळे अनेक ऐतिहासिक स्थळांचे नुकसान होत आहे. त्यांचे संवर्धन करण्यासाठी पारंपरिक संवर्धन पद्धती खर्चिक आणि वेळखाऊ ठरतात. या पार्श्वभूमीवर कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित आधुनिक तंत्रज्ञानाचा वापर करून ऐतिहासिक वारसा स्थळांचा शाश्वत विकास करणे बदलत्या काळाची महत्त्वाची गरज बनली आहे.

२. अभ्यासाची उद्दिष्टे (Objectives)

या संशोधन लेखाची प्रमुख उद्दिष्टे पुढीलप्रमाणे आहेत:

- 1) कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा इतिहास समजून भविष्यातील संधींचा वेध घेणे.
- 2) ऐतिहासिक स्थळांच्या शाश्वत विकासाची संकल्पना अभ्यासणे.
- 3) कृत्रिम बुद्धिमत्तेची ऐतिहासिक स्थळांच्या संवर्धनात भूमिका समजून घेणे.
- 4) ऐतिहासिक स्थळांच्या संवर्धनात AI च्या उपयोगांचा अभ्यास करणे.
- 5) पर्यटन, निरीक्षण आणि शिक्षणामधील AI चा प्रभाव विश्लेषित करणे.
- 6) AI वापरताना येणाऱ्या अडचणी आणि मर्यादा समजून घेणे.



३. संशोधन पद्धती (Research Methodology):

सदर संशोधन हे वर्णनात्मक व विश्लेषणात्मक स्वरूपाचे आहे.

- डेटाचा प्रकार: दुय्यम माहिती (Secondary Data)
- माहितीचे स्रोत:
 - संशोधन जर्नल्स
 - कृत्रिम बुद्धिमत्ता व वारसा संवर्धन विषयक पुस्तके
 - UNESCO आणि शासकीय अहवाल
 - शैक्षणिक संकेतस्थळे आणि ऑनलाइन लेख

संकलित माहितीचे तुलनात्मक व विश्लेषणात्मक अध्ययन करण्यात आले आहे व ऐतिहासिक संशोधन पद्धतीचा वापर करण्यात आला आहे.

४. ऐतिहासिक स्थळांचा शाश्वत विकास : संकल्पना

ऐतिहासिक स्थळांचा शाश्वत विकास म्हणजे अशा पद्धतीने संवर्धन करणे की,

- सांस्कृतिक मूल्यांचे संरक्षण होईल.
- पर्यावरणाचा समतोल राखला जाईल.
- आर्थिक लाभ मिळून विकासाला हातभार लावला जाईल.
- पुढील पिढ्यांसाठी वारसा सुरक्षित राहील.

शाश्वत विकासामध्ये स्थानिक समुदायाचा सहभाग, जबाबदार पर्यटन आणि तंत्रज्ञानाचा योग्य वापर यांना महत्त्व दिले जाते.

५. कृत्रिम बुद्धिमत्ता : एक आढावा:

कृत्रिम बुद्धिमत्ता म्हणजे अभूतपूर्व तंत्रज्ञानाचा अद्भूत आविष्कार आहे. या तंत्रज्ञानात विलक्षण क्षमता आहे. जगाच्या व्यवहारामध्ये या क्षमतांचा उपयोग करून घेतला तर अमुलाग्र परिवर्तन होऊ शकते. आपल्या दैनंदिन जीवनात सुद्धा अनेक पातळ्यांवर विविध प्रकारचे बदल होऊ शकतात. आपले दैनंदिन जीवन अधिक आरामदायक, सुखकर आणि आनंददायक होऊ शकते. त्याचा अनुभव कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा वापर करून आपण घेतला असेलच. कृत्रिम बुद्धिमत्ता म्हणजे संगणक किंवा मानवी बुद्धिमत्तेसारखी विचार, विश्लेषण आणि निर्णय घेण्याची क्षमता विकसित करणे. AI मधील प्रमुख तंत्रज्ञान पुढीलप्रमाणे आहेत:

- मशीन लर्निंग (Machine Learning)



- संगणकीय दृष्टी (Computer Vision)
- नैसर्गिक भाषा प्रक्रिया (Natural Language Processing)
- पूर्वानुमान विश्लेषण (Predictive Analytics)
- ड्रोन व रोबोटिक्स

५.१ आर्टिफिशियल इंटेलिजन्सचा इतिहास:

१९४३ दुसऱ्या महायुद्धाचा कालखंड होता. एका बाजूला युद्ध चालू असताना दुसरीकडे या आधुनिक तंत्रज्ञानाची सुरुवात झाली. वॉरन मॅक क्युलोच (Warren McCulloch) आणि वॉटर पिट्स (Walter Pitts) यांनी 1943 मध्ये एक अत्यंत महत्त्वाचा पेपर लिहिला. त्यात त्यांनी **मानवी मेंदूतील न्यूरॉन्सवर आधारित गणिती/तार्किक मॉडेल** मांडले. हे मॉडेल आज **Artificial Neuron** किंवा **McCulloch-Pitts Neuron** म्हणून ओळखले जाते. आर्टिफिशियल न्यूरल नेटवर्क (ANN) ची पायाभरणी मेंदूला लॉजिक आणि गणिताच्या स्वरूपात समजावून सांगण्याचा प्रयत्न या दोन शास्त्रज्ञांनी केला.

५.२ इलेक्ट्रॉनिक ब्रेन, चॅटबॉट

इलेक्ट्रॉनिक ब्रेन हा शब्द प्रयोग करण्याचे श्रेय १९४५ ते ५० याकाळात प्रारंभिक संगणकांवर लिहिणाऱ्या पत्रकारांना आणि लोकप्रिय विज्ञान लेखकांना द्यावे लागेल. वॉरन मॅक क्युलोच हा मेंदू आणि शरीर शास्त्राचा संशोधक होता. तर वॉटर पिट्स हा तर्कशास्त्र, मज्जासंस्था यांचा डॉक्टर असून तो संगणक तज्ञ होता. १९४३ मध्ये त्यांनी कृत्रिम बुद्धिमत्तेची पायाभरणी केली. इलेक्ट्रॉनिक ब्रेन म्हणजे इलेक्ट्रॉनिक मेंदूच्या निर्मितीची कल्पना या वरील दोन शास्त्रज्ञांनी मांडली. A logical calculus of ideas immanent in nervous activity. असा एक निबंध त्यांनी लिहिला. इलेक्ट्रॉनिक मेंदूचा विचार पुढे आला. १९६४ मध्ये जोसेफ वाईझनबाम या संगणक तज्ञाने एलिझा हा संगणक प्रोग्राम विकसित केला परिणामी आपण संगणकाबरोबर बोलू लागलो. आपण शब्द उच्चारला की संगणक ते समजून घेऊ लागला आणि तो उत्तरे देऊ लागला याला चॅटबॉट म्हणतात.

कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा विचार १९५० मध्ये ब्रिटिश गणित तज्ञ एलन ट्युरिंग यांनी देखील मांडला. संगणकाकडे मानवा सारखीच बुद्धिमत्ता असते आणि तो संगणक मानवासारखा विचार करू शकतो त्याची बुद्धिमत्ता मानवाच्या बुद्धिमत्ते इतकीच कुशाग्र असते. संगणकाचा बौद्धिक वर्तन हे मानवाच्या बौद्धिक वर्तनासारखेच असते हे त्यांनी दाखवून दिले. त्यांनी जो लेख लिहिला त्याचे नाव होते कम्प्युटिंग मशिनरी आणि इंटेलिजन्स. मराठीत त्याचा अर्थ आहे संगणकाची



बुद्धिमत्ता आणि त्या बुद्धिमत्तेचे होऊ शकणारे उपयोग. आज आर्टिफिशियल इंटेलिजन्सच्या क्षेत्रात जे ज्ञानाचे दरवाजे खुले झाले आहेत त्याची सुरुवात ५० वर्षांपूर्वी झाली आहे. त्यांनी १९६४ मध्ये गणितातील प्रमेय सोडवू शकण्याची यंत्रणा संगणकात उभी केली गेली. संगणक माणसाप्रमाणे बोलू लागला. तो आपल्या आवाजाला प्रति आवाज देऊन प्रतिसाद करू लागला.

१९७४ साल उजाडले हंस मोराव्हॅक यांनी मानवी मेंदू आणि संगणकाच्या क्षमतेची तुलना केली असून, सुरुवातीच्या संगणकांची क्षमता मानवी बुद्धिमत्तेपेक्षा खूप कमी असल्याचे मत मांडले. ते John McCarthy यांच्या प्रभावाखाली AI क्षेत्रात संशोधन करत होते. त्यांच्या या एकाच वाक्याने आर्टिफिशियल इंटेलिजन्सचा बाजार कोसळला. ज्या कंपन्यांनी या संशोधनाच्या क्षेत्रात पैसा गुंतवला होता त्यांनी हात आखडता घेतला. कृत्रिम बुद्धिमत्तेसाठी हा कालखंड खडतर होता. आर्टिफिशियल इंटेलिजन्स विंटर असे त्यास संबोधले. मराठीत त्याला कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा हिवाळा असे म्हणतात. १९८२ साली जपान सरकारने MITI मार्फत Fifth Generation Computer Systems हा प्रकल्प सुरू केला. या प्रकल्पासाठी सुमारे ५७ अब्ज येन (अंदाजे ४५०-५०० मिलियन डॉलर) इतके अनुदान देण्यात आले. जगातील विविध भाषांमध्ये संगणक बोलू लागला अनुवाद करू लागला यासाठी ते अनुदान होते.

२०२१ मध्ये एलोन मस्क Elon Musk यांच्या Neuralink कंपनीने एक इलेक्ट्रॉनिक चिप विकसित केली.

मेंदू - संगणक इंटरफेससाठी प्रायोगिक तत्त्वावर ती एका माकडाच्या मेंदूत बसवण्यात आली आणि त्या माकडाने मेंदूतील सिग्नल्स वापरून संगणकावर व्हिडिओ गेम खेळला. ही कंपनी **मेंदू - संगणक इंटरफेससाठी इलेक्ट्रॉनिक चिप** विकसित करते. ही चिप मेंदूतील सिग्नल्स संगणकांशी जोडते आणि भविष्यात न्युरोलॉजिकल आजार व अर्धाग्यवायू सुधारण्यासाठी याचा उपयोग होऊ शकतो.

५.३ ChatGPT:

Artificial Intelligence चा आधुनिक विकास ChatGPT, Neuralink आणि Turing Test या तीन महत्त्वाच्या घटकांमुळे स्पष्ट दिसतो. **ChatGPT**, नोव्हेंबर २०२२ मध्ये OpenAI ने लॉन्च केलेले AI-आधारित भाषिक मॉडेल आहे, जे संगणक किंवा मोबाईलवर प्रश्न विचारल्यावर उत्तर देते आणि संवाद साधू शकते. हे पूर्णपणे स्वायत्त बुद्धिमत्ता नसले तरी, इंटरनेट आणि प्रशिक्षण डेटा वापरून कार्य करते. **Neuralink** ही Elon Musk ची कंपनी आहे जी मेंदू-संगणक इंटरफेससाठी इलेक्ट्रॉनिक चिप विकसित करते, जी मेंदूतील सिग्नल्स वाचून संगणक



किंवा उपकरण नियंत्रित करते; सध्या ही प्रायोगिक टप्प्यात आहे आणि AI सोबत वापरता येऊ शकते.

Turing Test, Alan Turing (1950) यांनी मांडलेली एक पद्धत आहे, जी मशीन मानवासारखी बुद्धिमत्ता दाखवते का ते तपासते. या तिन्ही घटकांचा संगम आधुनिक AI च्या उपयोगाची आणि विकासाची सविस्तर कल्पना देते. Neural Network ही संगणकात मज्जातंतू सारखी संरचना आहे, ज्यामधील Nodes इनपुटवर प्रक्रिया करून आउटपुट तयार करतात.

Large Language Models (LLMs) अनेक भाषा समजतात आणि नियमबद्ध, तर्कशुद्ध उत्तर देतात. AI चा वापर क्रीडा विश्लेषण, डेटा प्रक्रिया आणि भविष्यात ऐतिहासिक वारसा स्थळांच्या संवर्धनासाठी सहाय्यक होऊ शकतो. AI समस्यांचे निराकरण करताना प्रशिक्षण डेटा, गणित, इतिहास आणि तर्कशास्त्र यावर आधारित निर्णय घेते. त्यामुळे AI ला दिलेली माहिती अचूक आणि नियमबद्ध असणे महत्त्वाचे आहे.

६. ऐतिहासिक स्थळांच्या शाश्वत विकासामध्ये कृत्रिम बुद्धिमत्तेची भूमिका:

६.१ स्मारकांचे संवर्धन व पुनर्संचयन:

AI आधारित संगणकीय दृष्टी तंत्रज्ञानाच्या साहाय्याने स्मारकांमधील भेगा, झीज, रंग बदल आणि संरचनात्मक कमकुवतपणा ओळखू शकते. 3D स्कॅनिंग आणि प्रतिमा विश्लेषणामुळे नुकसान लवकर ओळखता येईल. तसेच जुन्या छायाचित्रे व ऐतिहासिक नोंदी वापरून डिजिटल पुनर्संचयन करता येवू शकते, ज्यामुळे त्यांचे मूळ स्वरूप जतन होईल.

६.२ निरीक्षण व धोका व्यवस्थापन:

AI प्रणाली सेन्सर्स, उपग्रह आणि ड्रोनच्या साहाय्याने ऐतिहासिक स्थळांचे सातत्याने निरीक्षण करू शकते. त्यामुळे -

- पूर, भूकंप, हवामान बदल यांचा अंदाज
- प्रदूषण पातळीचे निरीक्षण
- तोडफोड व अतिक्रमण ओळखणे

सुलभ होईल आणि वेळेआधी उपाययोजना करता येवू शकेल.

६.३ शाश्वत पर्यटन व्यवस्थापन:

अतिपर्यटनामुळे ऐतिहासिक स्थळांचे नुकसान होते. AI आधारित प्रणाली -

- पर्यटकांची संख्या नियंत्रित करणे,
- गर्दीचा अंदाज लावणे,



• स्मार्ट तिकीट प्रणाली विकसित करणे
यामध्ये मदत करू शकतात तसेच व्हर्च्युअल टूर मुळे प्रत्यक्ष स्थळांवरील ताण कमी होवू शकतो.

६.४ डिजिटल दस्तऐवजीकरण व जतन:

AI तंत्रज्ञानामुळे -

- स्मारकांचे 3D मॉडेल तयार करणे,
- हस्तलिखिते, शिलालेखांचे डिजिटायझेशन,
- प्राचीन लिपींचे भाषांतर

करणे शक्य होणार आहे. तसेच यामुळे ऐतिहासिक माहिती कायमस्वरूपी सुरक्षित राहू शकते.

६.५ शिक्षण व जनजागृती:

AI आधारित -

- व्हर्च्युअल रिऍलिटी (VR)
- ऑगमेंटेड रिऍलिटी (AR)
- आभासी मार्गदर्शक (Virtual Guides)

यामुळे इतिहास शिक्षण अधिक रंजक आणि प्रभावी होईल तसेच वारसा संवर्धनाबाबत जनजागृती वाढेल.

७. फायदे: ऐतिहासिक स्थळांच्या शाश्वत विकासासाठी कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा वापर केल्यास अनेक महत्त्वाचे फायदे मिळतील. हे फायदे पुढीलप्रमाणे आहेत -

७.१ अचूक व प्रभावी संवर्धन:

कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या साहाय्याने स्मारकांमधील भेगा, झीज, ओलावा, वायू प्रदूषणामुळे होणारे नुकसान लवकर ओळखता येईल. यामुळे वेळेआधी दुरुस्ती करून मोठे नुकसान टाळता येवू शकते आणि संवर्धन कार्य अधिक अचूक व प्रभावी करता येवू शकते.

७.२ खर्च आणि वेळेची बचत:

पारंपरिक संवर्धन पद्धतींमध्ये मोठ्या प्रमाणावर मनुष्यबळ, वेळ आणि खर्च लागतो. AI आधारित प्रणाली स्वयंचलित निरीक्षण व विश्लेषण करू शकेल, ज्यामुळे खर्च कमी होवू शकतो आणि काम कमी वेळेत पूर्ण करता येवू शकते.

७.३ सातत्यपूर्ण निरीक्षण शक्य:

AI प्रणाली २४x७ ऐतिहासिक स्थळांचे निरीक्षण करू शकते. ड्रोन, सेन्सर्स आणि उपग्रहांच्या साहाय्याने सतत माहिती गोळा केली जावू शकते, ज्यामुळे अचानक होणारे बदल किंवा धोके त्वरित लक्षात येवू शकतात.



७.४ मानवी जोखीम कमी होते: काही ऐतिहासिक स्थळे धोकादायक किंवा अवघड ठिकाणी असतात. अशा ठिकाणी AI आधारित ड्रोन आणि रोबोट्सचा वापर केल्यास मानवी जीविताला धोका न होता निरीक्षण आणि संवर्धन कार्य अधिक प्रभावी करता येवू शकते.

७.५ पर्यटन व्यवस्थापन सुधारते:

AI तंत्रज्ञानामुळे पर्यटकांची संख्या नियंत्रित करता येईल, गर्दीचे नियोजन करता येईल आणि तिकीट व्यवस्था अधिक पारदर्शक होवू होईल. यामुळे ऐतिहासिक स्थळांचे संरक्षण करणे शक्य होईल. तसेच पर्यटकांना चांगला अनुभव मिळू लागेल.

७.६ डिजिटल जतन व दीर्घकालीन संरक्षण:

AI च्या मदतीने ऐतिहासिक स्थळांचे 3D मॉडेल, डिजिटल नोंदी, हस्तलिखिते व शिलालेख जतन करता येवू शकते. भविष्यात नैसर्गिक आपत्ती किंवा नुकसान झाल्यास ही माहिती उपयोगी ठरेल.

७.७ शिक्षण व जनजागृती वाढते:

AI आधारित व्हर्चुअल टूर, आभासी मार्गदर्शक आणि संवादात्मक माध्यमांमुळे लोकांमध्ये इतिहासाबद्दलची रुची वाढेल. तसेच ऐतिहासिक वारशाच्या संवर्धनाचे महत्त्व समाजापर्यंत पोहोचेल.

७.८ शाश्वत विकासाला चालना:

कृत्रिम बुद्धिमत्ता सांस्कृतिक, पर्यावरणीय आणि आर्थिक या तिन्ही घटकांमध्ये संतुलन राखण्यास मदत होईल. त्यामुळे ऐतिहासिक स्थळांचा शाश्वत विकास साध्य होवू शकतो.

८. मर्यादा व आव्हाने:

जरी ऐतिहासिक स्थळांच्या शाश्वत विकासासाठी कृत्रिम बुद्धिमत्ता अत्यंत उपयुक्त ठरत असली, तरी तिच्या वापरास काही महत्त्वाच्या मर्यादा व आव्हाने आहेत. ही आव्हाने लक्षात घेणे आवश्यक आहे, कारण त्यांचा परिणाम संवर्धनाच्या प्रक्रियेवर होऊ शकतो.

८.१ तंत्रज्ञानाचा उच्च खर्च:

कृत्रिम बुद्धिमत्तेवर आधारित प्रणाली, सेन्सर्स, ड्रोन, 3D स्कॅनिंग उपकरणे आणि सॉफ्टवेअर यांचा खर्च खूप जास्त असतो. अनेक ऐतिहासिक स्थळे ग्रामीण किंवा कमी निधीच्या भागात असल्याने अशा ठिकाणी आधुनिक तंत्रज्ञानाचा वापर करणे कठीण जाईल.



८.२ प्रशिक्षित मनुष्यबळाची कमतरता: AI प्रणाली प्रभावीपणे वापरण्यासाठी तांत्रिक ज्ञान असलेले तज्ञ आवश्यक असतात. मात्र ऐतिहासिक संवर्धन क्षेत्रात AI तज्ञांची कमतरता असल्यामुळे तंत्रज्ञानाचा पूर्ण उपयोग होऊ शकणार नाही.

८.३ डिजिटल पायाभूत सुविधांचा अभाव: काही ऐतिहासिक स्थळे दूरवर किंवा दुर्गम भागात असल्यामुळे इंटरनेट, वीजपुरवठा आणि डिजिटल सुविधा अपुऱ्या असतात. अशा परिस्थितीत AI आधारित प्रणाली कार्यक्षमपणे राबवणे आव्हानात्मक ठरेल.

८.४ डेटा गोपनीयता व सुरक्षिततेचे प्रश्न:

AI प्रणाली मोठ्या प्रमाणावर डेटा संकलन करतात. यात पर्यटकांची माहिती, स्थानिक माहिती आणि संवेदनशील वारसा माहितीचा समावेश असतो. या डेटाच्या गोपनीयतेबाबत आणि सुरक्षिततेबाबत धोके निर्माण होऊ शकतात.

८.५ सांस्कृतिक संवेदनशीलतेचा अभाव:

कृत्रिम बुद्धिमत्ता ही तांत्रिक प्रणाली असल्याने ती सांस्कृतिक भावना, धार्मिक मूल्ये आणि स्थानिक परंपरा पूर्णपणे समजू शकत नाही. चुकीच्या वापरामुळे ऐतिहासिक स्थळांचे मूळ स्वरूप किंवा सांस्कृतिक महत्त्व कमी होण्याचा धोका निर्माण होवू शकतो.

८.६ तंत्रज्ञानावर अतीअवलंबन:

AI वर पूर्णपणे अवलंबून राहिल्यास पारंपरिक ज्ञान, स्थानिक कौशल्ये आणि तज्ज्ञ अनुभव दुर्लक्षित होऊ शकतात. त्यामुळे संवर्धन प्रक्रियेत संतुलन राखणे आवश्यक आहे.

८.७ पर्यावरणीय परिणाम:

AI प्रणाली, विशेषतः मोठ्या डेटा प्रक्रिया केंद्रांमुळे, अधिक ऊर्जा वापर करतात. यामुळे कार्बन उत्सर्जन वाढू शकते, जे शाश्वत विकासाच्या उद्दिष्टांशी विसंगत ठरू शकते.

८.८ कायदेशीर व नैतिक अडचणी:

AI वापराबाबत स्पष्ट कायदे आणि मार्गदर्शक तत्वांचा अभाव असल्यामुळे जबाबदारी निश्चित करणे कठीण जाते. तसेच निर्णय प्रक्रियेत पारदर्शकतेचा अभाव नैतिक प्रश्न निर्माण करू शकतात.

९. निष्कर्ष:

एकूणच, कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा वापर करताना वरील मर्यादा आणि आव्हानांचा विचार करून योग्य धोरणे, प्रशिक्षण आणि नैतिक मार्गदर्शक तत्वे तयार करणे आवश्यक ठरणार आहे. AI



चा वापर पारंपरिक संवर्धन पद्धतींच्या पूरक स्वरूपात केल्यास ऐतिहासिक वारसा स्थळांचा शाश्वत विकास अधिक प्रभावीपणे साध्य होऊ शकतो.

ऐतिहासिक वारसा स्थळांच्या शाश्वत विकासामध्ये कृत्रिम बुद्धिमत्ता तेव्हाच महत्त्वाची भूमिका बजावू शकते जेव्हा स्पष्ट कायदे आणि मार्गदर्शक तत्वांचा अवलंब काटेकोरपणे केला जाईल. येणाऱ्या काळात ऐतिहासिक वारसा स्थळांचे संवर्धन, निरीक्षण, पर्यटन व्यवस्थापन, डिजिटल जतन आणि शिक्षण या सर्व क्षेत्रांमध्ये AI प्रभावी ठरणार आहे. योग्य नियोजन, नैतिक वापर आणि सर्वसमावेशक धोरणांच्या माध्यमातून AI चा वापर केल्यास आपल्या सांस्कृतिक वारशाचे दीर्घकालीन संरक्षण शक्य होईल. त्यासाठी कृतिशील ध्येयधोरणे आखून व्यापक स्तरावर त्यांची अमलबजावणी होणे आवश्यक आहे.

संदर्भसूची :

1. UNESCO, *Artificial Intelligence and Cultural Heritage*. UNESCO Publishing, 2021.
2. E. Bertacchini et al., "Digital technologies and the conservation of cultural heritage," *International Journal of Cultural Policy*, vol. 27, no. 2, 2021, pp. 152-169.
3. M. Fiorentini and D. Ronchi, "Artificial intelligence for cultural heritage preservation," *Journal of Cultural Heritage*, vol. 44, 2020, pp. 234-243.
4. UNESCO, *Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence*. UNESCO Publishing, 2022.
5. ग. ह. देशमुख, *भारतीय सांस्कृतिक वारसा*, पुणे: डायमंड पब्लिकेशन्स, 2015, pp. 45-78.
6. अरुण जोशी, *भारतीय इतिहास व सांस्कृतिक वारसा*, नागपूर: विद्या प्रकाशन, 2014, pp. 102-145.
7. संजय पाटील, *पर्यटन भूगोल आणि वारसा पर्यटन*, औरंगाबाद: कैलास प्रकाशन, 2018, pp. 55-90.
8. शैलजा बेंद्रे, *वारसा संवर्धन : संकल्पना आणि आव्हाने*, मुंबई: ग्रंथाली, 2019, pp. 30-72.



9. महाराष्ट्र शासन, *महाराष्ट्रातील ऐतिहासिक व पुरातत्त्वीय वारसा*, मुंबई: सांस्कृतिक कार्य विभाग, 2016, pp. 25-60.
10. भारत सरकार, भारतीय पुरातत्त्व सर्वेक्षण (ASI), *भारतातील संरक्षित स्मारके*, नवी दिल्ली: ASI प्रकाशन, 2019, pp. 15-48.
11. UNESCO, *सांस्कृतिक वारसा व शाश्वत विकास (मराठी अनुवाद)*, नवी दिल्ली: युनेस्को भारत कार्यालय, 2017, pp. 10-42.
12. सुनील लोखंडे, *पर्यटन व्यवस्थापन आणि शाश्वतता*, पुणे: मेहता पब्लिशिंग हाऊस, 2021, pp. 35-80.
13. गिरीश वालावलकर, *आर्टिफिशियल इंटेलिजन्स*, पुणे: माय मिरर पब्लिशिंग हाऊस, 2024, pp. 1-10.
14. अच्युत गोडबोले, *आर्टिफिशियल इंटेलिजन्स*, पुणे: बुकगंगा पब्लिकेशन्स, 2024.