बिना □□□□□□ के अनुकूली □□□ मौद्रिक नीति: कार्य-युग्मित पूँछ उत्सर्जन और दहन द्वारा छद्म-स्थिरता का एक रचनात्मक तंत्र

□□□□□□□ □□□□□□□□□□
shammah.chancellor@proton.me
https://t.me/TheLotusNetwork

२१ फ़रवरी २०२६
□□□□□□□ 1.1

सारांश

यह पेपर □□□□□□□ का एक रचनात्मक विकल्प प्रस्तावित करता है जो □□□□□-□□-□□□□ को बनाए रखते हुए विवेकाधीन शासन या बाह्य मूल्य □□□□□□ पर निर्भरता के बिना छद्म-स्थिरता को सक्षम करता है, और □□□ जैसे समिति-प्रबंधित सूचकांकों का एक प्रतिकूल विकल्प प्रदान करता है जो व्यक्तिपरक पद्धति और संस्थागत माप पर निर्भर हैं। इस अवलोकन पर आधारित कि □□□ कठिनाई के माध्यम से प्रोटोकॉल-दृश्य सुरक्षा व्यय उजागर करता है [5] (और इस प्रकार प्रति ब्लॉक अपेक्षित कार्य), हम एक द्वि-पाश तंत्र निर्दिष्ट करते हैं: (□) एक अनुकूली, कार्य-युग्मित पूँछ उत्सर्जन नियम जो पूरी तरह से हेडर-अवलोकन योग्य चरों और पूर्व सहमति अवस्था से परिभाषित होता है; और (□□) एक बाजार-चालित दहन तंत्र (□□□□-□□-□□□□□ [4] और आंशिक शुल्क दहन) जो किसी भी □□□□□□ के बिना एक अंतर्जात माँग सिंक प्रदान करता है। यह डिज़ाइन प्रत्याशा पदों में व्यक्त किया गया है और अखंडता (अनुपात-आधारित) अद्यतन समीकरणों का उपयोग करता है ताकि असंततता से बचा जा सके और हेरफेर क्षमता कम हो। हम कार्य, उत्सर्जन, दहन माँग और संतुलन मूल्य के बीच नकारात्मक प्रतिक्रिया पर आधारित स्थिरता तर्क की रूपरेखा प्रस्तुत करते हैं, और □□□□□□□-शैली □□□□□□ और सत्यापन आर्किटेक्चर में कार्यान्वयन योग्यता पर चर्चा करते हैं।

1 डिज़ाइन लक्ष्य और बाधा समुच्चय

1.1 लक्ष्य: ऊर्जा के सापेक्ष छद्म-स्थिरता

हम ऊर्जा के सापेक्ष (और इस प्रकार, परोक्ष रूप से, □□□ जैसी अन्य अपेक्षाकृत स्थिर वास्तविक परिसंपत्तियों के सापेक्ष) छद्म-स्थिरता चाहते हैं, बिना कठोर खूँटी का प्रयास किए। आशय व्यावहारिक है: अस्थिरता को इतना कम करना कि निश्चित लागत वाले प्रतिभागी (वेतन, आपूर्ति श्रृंखलाएँ, ऋण अनुबंध) निरंतर पुनर्मूल्यांकन की आवश्यकता के बिना मुद्रा का उपयोग कर सकें।

1.2 बाधाएँ

- कोई बाह्य □□□□□□ नहीं। कोई □□□ नहीं, कोई □□□ फ़ीड नहीं, कोई समिति-परिभाषित सूचकांक नहीं।
- कोई विवेकाधीन नियंत्रण नहीं। मौद्रिक मापदंड किसी भी समूह के लिए रणनीतिक उत्तोलक नहीं होने चाहिए।
- □□□ बनाए रखा गया। कठिनाई/कार्य को प्रोटोकॉल-दृश्य सुरक्षा व्यय संकेत के रूप में माना जाता है।
- गैर-जबरदस्ती अपनाना। माँग स्वैच्छिक उपयोगिता और बाज़ार प्रतिस्पर्धा से उत्पन्न होनी चाहिए।

2 संकेतन

ब्लॉकों को ऊँचाई n से अनुक्रमित करें।

परिभाषित करें:

- P_n: सिक्के का बाह्य मूल्य (जैसे □□□/सिक्का), अव्यक्त चर के रूप में माना गया (□□□□□□ इनपुट नहीं)।
- $R_n^{\square\square\square\square}$: बूटस्ट्रैप सब्सिडी घटक (सिक्के/ब्लॉक), पूर्वनिर्धारित, सतत रूप से क्षीण होता हुआ।
- $R_n^{\square\square\square\square}$: अनुकूली पूँछ सब्सिडी घटक (सिक्के/ब्लॉक), प्रोटोकॉल अवस्था चर।
- F_n: लेनदेन शुल्क (सिक्के/ब्लॉक)।
- B_n: ब्लॉक n में शुल्क-दहन और □□□□-□□-□□□□□ द्वारा जलाए गए सिक्के (सिक्के/ब्लॉक)।

कुल □□□□□□□□ सब्सिडी है:

$$R_n := R_n^{\square\square\square\square} + R_n^{\square\square\square\square}.$$

ब्लॉक n में कुल शुद्ध उत्सर्जन है:

$$\Delta S_n := R_n + F_n - B_n,$$

यह ध्यान रखते हुए कि □□□□□□□-शैली लेखांकन में, शुल्क खनिकों को हस्तांतरण है जब तक स्पष्ट रूप से जलाया न जाए।

3 हेडर बिट्स से कार्य प्रॉक्सी: कठिनाई और अपेक्षित हैश

T_n को ऊँचाई n पर ब्लॉक हेडर फ़ील्ड `nBits` द्वारा निहित □□□ लक्ष्य माना जाए।

कठिनाई परिभाषित करें (संदर्भ लक्ष्य T_0 के सापेक्ष):

$$D_n := \frac{T_0}{T_n}.$$

एक समान हैश □□□□□□ के अंतर्गत प्रति ब्लॉक अपेक्षित हैश परिभाषित करें:

$$\mathcal{H}_n := \frac{2^{256}}{T_n + 1},$$

(मानक स्थिरांक-गुणांक परिपाटी तक)।

दोनों व्युत्क्रम लक्ष्य के समानुपाती हैं:

$$\mathcal{H}_n \propto \frac{1}{T_n} \propto D_n.$$

इसलिए हम एक अमूर्त, प्रोटोकॉल-दृश्य कार्य प्रॉक्सी W_n परिभाषित करते हैं और निम्न में से किसी की अनुमति देते हैं:

$$W_n := D_n \quad \text{या} \quad W_n := \mathcal{H}_n,$$

इस समझ के साथ कि यह चुनाव केवल मापनीकरण स्थिरांकों को प्रभावित करता है, न कि गुणात्मक गतिशीलता को।

4 संस्थागत मूल्य सूचकांक बनाम प्रतिकूल लागत प्रकटीकरण

4.1 □□□ माप समस्या

उपभोक्ता मूल्य सूचकांक जैसी संस्थागत मूल्य माप प्रणालियाँ सुदस्तावेज़ चुनौतियों का सामना करती हैं जो मौद्रिक नीति अनुप्रयोगों के लिए उनकी विश्वसनीयता को प्रभावित करती हैं। □□□□□□ आयोग [2] ने □.□. □□□ माप में व्यवस्थित ऊर्ध्वगामी पूर्वाग्रह की पहचान की, प्रतिस्थापन पूर्वाग्रह, आउटलेट पूर्वाग्रह, गुणवत्ता पूर्वाग्रह और नए उत्पाद पूर्वाग्रह सहित पद्धतिगत सीमाओं के कारण वार्षिक 1.1 प्रतिशत अंक के अतिकथन का अनुमान लगाया। □□□□□ और □□□□ [8] के बाद के विश्लेषण ने तकनीकी सुधारों के बावजूद निरंतर माप त्रुटि की पुष्टि की, यह नोट करते हुए कि संशोधन विलंब और व्यक्तिपरक गुणवत्ता समायोजन अनिश्चितता पैदा करते हैं जो वास्तविक समय नीति निर्णयों को प्रभावित करती है।

आधुनिक □□□ निर्माण सांख्यिकीय एजेंसियों के विकसित वस्तुओं और सेवाओं के "वास्तविक" मूल्य के बारे में व्यक्तिपरक निर्धारण के साथ हेडोनिक गुणवत्ता समायोजन [1] के माध्यम से व्यापक विवेकाधीन तत्वों को शामिल करता है। समिति-आधारित पद्धतिगत विकल्प—जैसे ज्यामितीय बनाम अंकगणितीय माध्य एकत्रीकरण, मौसमी समायोजन मापदंड और गुणवत्ता सामान्यीकरण प्रक्रियाएँ—संस्थागत निर्णय को अंतर्निहित करती हैं जो क्रय शक्ति परिवर्तनों के बाज़ार सहभागी धारणाओं को प्रतिबिंबित नहीं कर सकती।

4.2 प्रतिकूल लागत प्रकटीकरण एक विकल्प के रूप में

□□□-आधारित माप समिति सहमति के बजाय प्रतिकूल लागत प्रकटीकरण पर आधारित एक संरचनात्मक विकल्प प्रदान करता है। जहाँ संस्थागत सूचकांकों को बास्केट मूल्यों और गुणवत्ता आकलनों के व्यक्तिपरक एकत्रीकरण की आवश्यकता होती है, वहीं कार्य-आधारित संकेत प्रतिस्पर्धी दबाव के तहत खनिकों के वास्तविक व्यय निर्णयों से प्राप्त होते हैं। कठिनाई समायोजन तंत्र स्वाभाविक रूप से स्पष्ट गुणवत्ता समायोजन या पद्धतिगत समिति निर्णयों की आवश्यकता के बिना बदलती प्रौद्योगिकी लागतों, ऊर्जा मूल्यों और पूँजी दक्षता को शामिल करता है।

यह प्रतिकूल दृष्टिकोण, संस्थागत कब्जे प्रतिरोध के लिए □□□□□□□□ के ढाँचे [13] पर निर्मित, इस तथ्य का लाभ उठाता है कि खनिक प्रतिस्पर्धात्मक लाभ खोए बिना अपनी लागत संरचना को व्यवस्थित रूप से गलत प्रस्तुत करने के लिए समन्वय नहीं कर सकते। सर्वेक्षण-आधारित मूल्य संग्रह या प्रशासनिक रूप से निर्धारित गुणवत्ता समायोजन के विपरीत, कार्य प्रॉक्सी वास्तविक आर्थिक प्रतिस्पर्धा से उभरता है जहाँ गलत प्रस्तुति तत्काल वित्तीय परिणाम उठाती है।

महत्वपूर्ण रूप से, □□□-आधारित माप संस्थागत सूचकांकों को प्रभावित करने वाली अस्थायी विलंब और संशोधन समस्याओं से बचता है। जहाँ □□□ आँकड़े बेहतर डेटा उपलब्ध होने पर पर्याप्त संशोधन से गुजरते हैं, वहीं □□□□□□□□□ कठिनाई महसूस किए गए खनन व्यवहार के आधार पर स्वचालित रूप से समायोजित होती है, विलंबित सर्वेक्षण डेटा या बाद की सांख्यिकीय सुधार पर निर्भरता के बिना वास्तविक समय लागत संकेत प्रकटीकरण प्रदान करती है।

4.3 मौद्रिक नीति के लिए निहितार्थ

विवेकाधीन निगरानी के बिना संचालित मौद्रिक तंत्रों के लिए समिति-प्रबंधित और प्रतिकूल-प्रकटित माप के बीच का अंतर विशेष रूप से प्रासंगिक हो जाता है। जहाँ पारंपरिक मौद्रिक नीति केंद्रीय बैंक हस्तक्षेप के माध्यम से □□□ संशोधन और पद्धतिगत अद्यतनों के अनुकूल हो सकती है, वहीं एल्गोरिदमिक प्रणालियों को ऐसे माप इनपुट की आवश्यकता होती है जो समय पर और हेरफेर-प्रतिरोधी दोनों हों।

प्रस्तावित कार्य-युग्मित तंत्र इस प्रतिकूल माप सिद्धांत का एक कार्यान्वयन है: संस्थागत पद्धति विकल्पों को एम्बेड करने वाले बाह्य मूल्य सूचकांकों को ट्रैक करने के बजाय, प्रणाली उन लागत संकेतों पर प्रतिक्रिया करती है जो प्रतिस्पर्धी खनन गतिविधि से यांत्रिक रूप से उभरते हैं। यह दृष्टिकोण प्रतिकूल-प्रकटित कार्य लागतों की छेड़छाड़-प्रतिरोधकता और वास्तविक समय उपलब्धता के लिए पारंपरिक क्रय शक्ति सूचकांकों की व्यापकता का व्यापार करता है।

5 तंत्र अवलोकन: दो युग्मित पाश

तंत्र में दो युग्मित घटक हैं:

5.1 (□) अनुकूली पूँछ उत्सर्जन (स्रोत पाश)

एक उप-रेखीय, कार्य-युग्मित पूँछ उत्सर्जन केवल (W_n, W_{n-1}) और पूर्व पूँछ अवस्था $R_n^{\text{□□□□}}$ का उपयोग करके दीर्घकालिक उत्सर्जन दर को समायोजित करता है।

5.2 (□) बाज़ार दहन (सिंक पाश)

सिक्के निम्न द्वारा नष्ट किए जाते हैं:

- आंशिक शुल्क दहन: लेनदेन शुल्क का एक निश्चित अंश जलाया जाता है।
- □□□□-□□-□□□□□: उपयोगकर्ता दुर्लभ ध्यान या पोस्टिंग प्राथमिकता खरीदने के लिए प्रतिस्पर्धात्मक रूप से सिक्के जलाते हैं, केवल सिक्का इकाइयों में मूल्य निर्धारित (कोई □□□□□□ नहीं)।

6 अनुकूली पूँछ उत्सर्जन नियम

6.1 उप-रेखीय अखंड अद्यतन

$\gamma \in (0, 1)$ को एक स्थिर घातांक माना जाए; हम स्वाभाविक उम्मीदवार के रूप में $\gamma = \frac{1}{2}$ (वर्गमूल) को उजागर करते हैं।

स्थिति-संपन्न अद्यतन परिभाषित करें:

$$R_{n+1}^{\text{□□□□}} = \text{□□□□}\left(R_n^{\text{□□□□}} \cdot \left(\frac{W_n}{W_{n-1}}\right)^{\gamma},\ R_{\text{□□□}},\ R_{\text{□□□}}\right),$$

जहाँ:

- $R_{\text{□□□}} > 0$ खनन के लिए निरंतर आधार सब्सिडी प्रोत्साहन सुनिश्चित करता है।
- $R_{\text{□□□}}$ दुर्लभ झटकों या सीमांत मामलों को उत्सर्जन को विस्फोटक होने से रोकता है।
- $\text{□□□□}(x, a, b) := \text{□□□}(\text{□□□}(x, a), b)$।

यह अद्यतन इस अर्थ में अखंड है कि यह केवल प्रोटोकॉल-दृश्य राशियों के अनुपात पर निर्भर करता है और समय के साथ गुणात्मक रूप से संघटित होता है:

$$R_{n+m}^{\text{□□□□}} \approx R_n^{\text{□□□□}} \cdot \prod_{i=0}^{m-1} \left(\frac{W_{n+i}}{W_{n+i-1}}\right)^{\gamma},$$

क्लिपिंग के अधीन।

6.2 उप-रेखीय क्यों ($\gamma < 1$)

यदि उत्सर्जन कार्य के साथ रैखिक रूप से स्केल होता (प्रभावी रूप से $\gamma = 1$), W में बड़ी वृद्धि अनियंत्रित प्रोत्साहन पैदा कर सकती है जहाँ बढ़ा हुआ खनन आनुपातिक रूप से बढ़े हुए उत्सर्जन का उत्पादन करता है, संतुलन को अस्थिर करता है। उप-रेखीय प्रतिक्रिया ($\gamma < 1$) इसे संयमित करती है, नकारात्मक-प्रतिक्रिया व्यवस्था को संरक्षित करती है।

6.3 बूटस्ट्रैप घटक

हम एक सतत क्षीण होती बूटस्ट्रैप सब्सिडी मानते हैं:

$$R_n^{\square\square\square\square} = R_0 \cdot \square\square\square(-\lambda n),$$

जो असतत आधे होने के झटकों के बिना प्रारंभिक भागीदारी को आकर्षित करने के लिए चुनी गई है। यह घटक अनुकूली पूँछ से स्वतंत्र है और $\square\square\square\square\square\square\square$ की तुलना में अधिक तेज़ी से प्रारंभिक भाग वितरित करने के लिए पैरामीटराइज़ किया जा सकता है।

6.4 कार्य अनुपात संकेत की हेरफेर प्रतिरोधकता

मान लें कि $\square\square\square\square\square\square\square\square\square$ के अंश μ को नियंत्रित करने वाला एक खनिक ब्लॉक $n-1$ में भागीदारी को ε से दबाता है और ब्लॉक n में इसे बहाल करता है, W_n/W_{n-1} को फुलाता है।

- कार्य अनुपात लगभग $(1-\varepsilon\mu)^{-1}$ तक फुलाता है।
- पूँछ उत्सर्जन $\Delta R \approx R_n^{\square\square\square\square} \cdot \varepsilon\mu\gamma$ से बढ़ता है।
- खनिक का लाभ का हिस्सा: $\mu^2\varepsilon\gamma R_n^{\square\square\square\square}$।
- दमन की लागत: $\varepsilon\mu \cdot P_n(R_n + (1-\beta)F_n)$।
- हेरफेर तभी लाभदायक जब $\mu\gamma R_n^{\square\square\square\square} > P_n(R_n + (1-\beta)F_n)$।
- चूँकि $R_n^{\square\square\square\square} \le R_n$ और $\gamma < 1$, यह सीमा γ से अधिक है और $\gamma \to 0$ के रूप में 1 के पास पहुँचती है। इसलिए उप-रेखीय प्रतिक्रिया हेरफेर प्रतिरोधकता प्रदान करती है जो γ घटने के साथ कड़ी होती जाती है।

7 निश्चित शुल्क दहन और □□□□-□□-□□□□□

7.1 निश्चित शुल्क दहन

$\beta \in (0,1)$ को एक प्रोटोकॉल स्थिरांक माना जाए (कोई $\square\square\square\square\square\square$ नहीं, कोई शासन समायोजन नहीं)। प्रत्येक ब्लॉक के लिए:

$$B_n^{\square\square\square} := \beta F_n, \qquad F_n^{\square\square\square\square\square\square} := (1-\beta)F_n.$$

यह खनिक स्व-स्पैम “पुनर्चक्रण” को लागत-मुक्त होने से रोकता है, क्योंकि शुल्क का एक अंश नष्ट हो जाता है।

7.2 अंतर्जात सिंक के रूप में □□□□-□□-□□□□□

$\mathcal{S}_n$ को ब्लॉक n में “भाषण” घटनाओं (पोस्ट, संदेश, प्रचारित लेनदेन) का एक समुच्चय माना जाए, प्रत्येक में दहन राशि $b_i \ge 0$ हो। परिभाषित करें:

$$B_n^{\square 2\square} := \sum_{i \in \mathcal{S}_n} b_i, \qquad B_n := B_n^{\square\square\square} + B_n^{\square 2\square}.$$

ध्यान आवंटन b_i में एकतानिक नियम द्वारा नियंत्रित होता है (जैसे रैंक क्रम, आनुपातिक हिस्सा, या नीलामी)। □□□□-□□-□□□□□ तंत्र को [4] में एक संघीय □□□□-□□□□ संदेश प्रोटोकॉल के रूप में औपचारिक रूप से निर्दिष्ट किया गया है, जो भुगतान-प्रमाण निर्माण, □□□□□ सर्वर सत्यापन और □□□□□□□-□□□□□□□□□ प्रसारण सहित पूर्ण अनुप्रयोग-परत कार्यान्वयन प्रदान करता है। महत्वपूर्ण रूप से, b_i सिक्का इकाइयों में चुना जाता है। बाह्य मूल्य (□□□) व्यवहार को

केवल स्वैच्छिक बाज़ार भागीदारी के माध्यम से प्रभावित करता है: यदि सिक्का बाहरी रूप से सस्ता हो जाता है, तो विज्ञापनदाता समान ध्यान के लिए प्रतिस्पर्धा करने के लिए अधिक सिक्के प्राप्त और जला सकते हैं, किसी □□□□□□ के बिना $B_n^{□2□}$ बढ़ाते हुए। जैसे-जैसे नेटवर्क मूल्य उपयोगकर्ता अपनाने के साथ अतिरेखीय रूप से बढ़ता है [9], □□□□-□□-□□□□□ माँग उपयोगकर्ता संख्या के साथ रैखिक से तेज़ी से बढ़ सकती है, एक प्राकृतिक सिंक प्रदान करती है जो अपनाने के साथ मजबूत होती है।

माँग मॉडल। $D(P_n)$ को बाह्य मूल्य P_n पर सिक्का-अंकित कुल दहन माँग माना जाए। N विज्ञापनदाता, प्रत्येक एक निश्चित □□□□ बजट b रखते हुए, प्रत्येक सिक्कों में परिवर्तित करता है और जलाता है: $B_n^{□2□} \approx Nb/P_n$। जैसे-जैसे P_n गिरता है, सिक्का-अंकित दहन आनुपातिक रूप से बढ़ता है—जब मूल्य गिरता है तो सिंक मजबूत होता है, जो नकारात्मक प्रतिक्रिया के लिए आवश्यक दिशा है। यह □□□□-बजट तंत्र दहन माँग को सिक्का इकाइयों में अलोचदार और □□□□ इकाइयों में लोचदार बनाता है, किसी □□□□□□ की आवश्यकता के बिना अंतर्जात स्थिरीकरण प्रतिक्रिया प्रदान करता है।

8 प्रत्याशा-आधारित संतुलन रेखाचित्र

हम प्रत्याशा में गुणात्मक रूप से तर्क करते हैं।

मानें (मानक अनुमति-रहित सुरक्षा तर्कों [3] के अनुसार) कि दीर्घकालिक कार्य प्रावधान बाह्य इकाइयों में अपेक्षित खनिक राजस्व पर लंगर डाला गया है:

$$\mathbb{E}[W_n] \text{ के साथ बढ़ता है } \mathbb{E}[P_n] \cdot \mathbb{E}[R_n + F_n^{□□□□□}].$$

हम जोर देते हैं कि P_n और k_e^* □□□□□□ इनपुट नहीं हैं; वे केवल डिज़ाइन-समय अंशांकन और आर्थिक व्याख्या में प्रकट होते हैं।

प्रस्तावित तंत्र जोड़ता है:

- उच्च कार्य $\Rightarrow$ उच्च पूँछ उत्सर्जन (उप-रेखीय रूप से),
- बाह्य मूल्य गिरना $\Rightarrow$ किसी दिए गए बाह्य विपणन बजट के लिए सिक्का इकाइयों में प्रतिस्पर्धात्मक □□□□-□□-□□□□□ में वृद्धि,
- शुल्क दहन $\Rightarrow$ खनिक नियंत्रण के तहत भी निरंतर सिंक और □□□□-□□□□ लागत।

इस प्रकार प्रत्याशा में शुद्ध आपूर्ति परिवर्तन है:

$$\mathbb{E}[\Delta S_n] = \mathbb{E}[R_n^{□□□□} + R_n^{□□□□} + F_n - (\beta F_n + B_n^{□2□})].$$

छद्म-स्थिरता एक नकारात्मक-प्रतिक्रिया व्यवस्था के माध्यम से मांगी जाती है जहाँ:

- तीव्र माँग वृद्धि P_n और W_n उठाती है,
- पूँछ नियम उत्सर्जन उप-रेखीय रूप से बढ़ाता है (मूल्य स्पाइक को संयमित करते हुए),
- □□□□-□□-□□□□□ और शुल्क दहन एक सिंक प्रदान करते हैं जो उपयोग/ध्यान प्रतिस्पर्धा के साथ बढ़ता है,
- संयोजन □□□ सुरक्षा प्रोत्साहनों को संरक्षित करते हुए अत्यधिक दुर्लभता-चालित अस्थिरता को कम करता है।

सिद्ध स्थिरता का कोई दावा नहीं किया गया है; दावा यह है कि प्रणाली में संस्थागत माप के बिना एक अंतर्जात स्थिरीकरण प्रवृत्ति है। □□□ प्रणालियों के विपरीत जहाँ सत्यापनकर्ता परिष्कृत बुनियादी ढाँचे की दौड़ के माध्यम से अधिकतम निकालने योग्य मूल्य (□□□) के लिए अनुकूलन कर सकते हैं [6, 7], □□□ खनिकों को स्वाभाविक रूप से सीमित अनुकूलन अवसरों का सामना करना पड़ता है, जिससे अपारदर्शी चैनलों में सुरक्षा व्यय का विस्थापन कम होता है।

8.1 झटका लक्षण वर्णन

अच्छी तरह से संभाले गए झटके: क्रमिक प्रौद्योगिकी सुधार (k_e^* में धर्मनिरपेक्ष गिरावट) और माँग वृद्धि दोनों कार्य संकेत के माध्यम से चलते हैं, जिससे पूँछ नियम आनुपातिक रूप से प्रतिक्रिया दे सकता है।

खराब तरीके से संभाले गए झटके: अचानक ऊर्जा मूल्य असंततता W_n में तत्काल दृश्यमान परिवर्तन के बिना k_e^* बदलती है, कठिनाई समायोजन से पहले एक असंतुलन खिड़की बनाती है। अचानक बड़े □□□□□□□□ उछाल (नई □□□□ पीढ़ी) क्षणिक रूप से W_n/W_{n-1} को स्थिर व्यवस्था के बाहर धकेल सकते हैं; □□□□ सीमाएँ $(R_{□□□}, R_{□□□})$ इस जोखिम को सीमित करती हैं लेकिन समाप्त नहीं करतीं।

ये सीमाएँ □□□□□□-मुक्त डिज़ाइन में अंतर्निहित हैं। प्रासंगिक तुलना पूरी तरह से सूचित योजनाकार के साथ नहीं बल्कि विवेकाधीन शासन के साथ है, जो समिति निर्णय के माध्यम से झटकों पर प्रतिक्रिया करती है, अपनी विश्वसनीयता और कब्जे के जोखिमों के साथ।

ऊर्जा मूल्य अस्थिरता पर टिप्पणी। छद्म-स्थिरता लक्ष्य ऊर्जा लागत के सापेक्ष स्थिरता है, □□□□ मुद्रा के सापेक्ष नहीं। ऊर्जा मूल्य अपनी पर्याप्त अस्थिरता प्रदर्शित करते हैं (जैसे, 2022 के दौरान प्राकृतिक गैस की कीमतें लगभग 5× झूल गईं)। इसलिए सिक्का अवशिष्ट ऊर्जा-मूल्य विचरण विरासत में पाएगा। यह □□□□□□-मुक्त बाधा का एक डिज़ाइन परिणाम है: ऊर्जा एक वास्तविक ऊष्मागतिक लागत है जो भौतिकी में लंगर डाली गई है, एक समिति-परिभाषित उपभोग बास्केट के विपरीत। सिस्टम डिज़ाइनर सीधे आउटपुट के रूप में □□□□-मूल्य स्थिरता की उम्मीद नहीं करनी चाहिए; अभीष्ट परिणाम निश्चित-आपूर्ति व्यवस्था के सापेक्ष अत्यधिक दुर्लभता-चालित अस्थिरता की कमी है, कठोर खूँटी नहीं।

8.2 रैखिकृत गतिकी के तहत औपचारिक स्थिरता विश्लेषण

हम संतुलन के पड़ोस में द्वि-पाश तंत्र के लिए □□□□□□□□-आधारित स्थिरता तर्क प्रदान करते हैं।

सेटअप। संतुलन त्रिक (R^*, W^*, P^*) परिभाषित करें जो खनन-संतुलन और आपूर्ति-संतुलन शर्तों को संतुष्ट करता है:

$$P^* R^* = W^* k_e, \tag{□□}$$

$$N b / P^* = R^*. \tag{□□}$$

यहाँ k_e प्रति इकाई कार्य सीमांत ऊर्जा लागत है और N, b मूल्य 7.2 के माँग मॉडल से विज्ञापनदाता गिनती और □□□□ बजट हैं। संतुलन से □□□-विचलन माना जाए:

$$r_n = □□□(R_n^{□□□□}/R^*), \qquad w_n = □□□(W_n/W^*), \qquad p_n = □□□(P_n/P^*).$$

रैखिकृत गतिकी। तीन सरलीकरण मान्यताओं के तहत: (□) संतुलन के पास क्लिपिंग निष्क्रिय है; (□□) □□□□□□□□ तत्काल खनिक राजस्व को सीमांत लागत से समान करने के लिए समायोजित होता है ($W_n k_e = P_n R_n^{□□□□}$), प्रथम क्रम पर $w_n = p_n + r_n$ देता है; और (□□□) मूल्य संवेदनशीलता $\phi > 0$ के साथ शुद्ध आपूर्ति विचलन के प्रति प्रतिक्रिया करता है, यानी $p_{n+1} \approx (1-\phi) p_n - \phi r_n$; प्रतिस्थापन कार्य विचलन के लिए एक स्वायत्त द्वितीय-क्रम पुनरावृत्ति उत्पन्न करता है:

$$w_{n+1} = (1 - \phi + \gamma)\, w_n - \gamma\, w_{n-1}. \tag{1}$$

शुद्ध आपूर्ति विचलन संतुलन के पास $\Delta S_n / S \approx r_n + p_n = w_n$ संतुष्ट करता है, इसलिए $w_n \to 0$ शुद्ध उत्सर्जन के विलुप्त होने का तात्पर्य है।

प्रमेय 1 (द्वि-पाश तंत्र की □□□□□□□□ स्थिरता). यदि $\phi \in (0,\, 2 + 2\gamma)$, तो पुनरावृत्ति (1) के अभिलाक्षणिक मूल इकाई डिस्क के अंदर कड़ाई से स्थित हैं, और निम्नलिखित सत्य हैं:

1. एक धन-निश्चित द्विघात □□□□□□□□ फ़ंक्शन $V_n = □_n^\top P\, □_n$ अस्तित्व में है, जहाँ $□_n = (w_n,\, w_{n-1})^\top$, जो कुछ $\eta > 0$ के लिए $\Delta V_n \le -\eta\, V_n$ संतुष्ट करता है;

2. $w_n \to 0$ ज्यामितीय रूप से; परिणामस्वरूप शुद्ध आपूर्ति विचलन $\Delta S_n / S \to 0$;

3. r_n परिमित सीमा r_∞ पर अभिसरण करता है, और $p_n \to -r_\infty$ (मूल्य नए स्तर पर आपूर्ति संतुलन के अनुरूप स्थिर होता है)।

प्रमाण. (1) का अभिलाक्षणिक बहुपद $\chi(\lambda) = \lambda^2 - (1 - \phi + \gamma)\lambda + \gamma$ है, जिसमें गुणांक $a_1 = -(1 - \phi + \gamma)$ और $a_0 = \gamma$ हैं। द्वितीय-कोटि असतत-समय बहुपदों के लिए □□□□ स्थिरता मानदंड की आवश्यकता है: (□) $|a_0| < 1$; (□□) $\chi(1) > 0$; (□□□) $\chi(-1) > 0$। हम प्रत्येक को सत्यापित करते हैं:

- $|a_0| = \gamma < 1$ क्योंकि $\gamma \in (0, 1)$। ✓
- $\chi(1) = 1 - (1 - \phi + \gamma) + \gamma = \phi > 0$ क्योंकि $\phi > 0$। ✓
- $\chi(-1) = 1 + (1 - \phi + \gamma) + \gamma = 2 + 2\gamma - \phi > 0$ यदि और केवल यदि $\phi < 2 + 2\gamma$। ✓

सभी शर्तें $\phi \in (0, 2 + 2\gamma)$ के तहत सत्य हैं, इसलिए दोनों मूल $|\lambda_i| < 1$ संतुष्ट करते हैं।

साथी मैट्रिक्स A ($A = \left(\begin{smallmatrix} 1-\phi+\gamma & -\gamma \\ 1 & 0 \end{smallmatrix}\right)$) के साथ किसी भी स्थिर रैखिक प्रणाली के लिए, असतत □□□□□□□□ समीकरण $A^\top P A - P = -I$ एक अद्वितीय धन-निश्चित हल P स्वीकार करता है [14]। संगत द्विघात रूप $V_n = □_n^\top P □_n$ संतुष्ट करता है $\Delta V_n = -□_n^\top □_n \le -\lambda_{□□□}(P)^{-1} V_n$, इसलिए $\eta = \lambda_{□□□}(P)^{-1} > 0$।

w_n का ज्यामितीय क्षय $\sum_n |w_n - w_{n-1}| < \infty$ का तात्पर्य है; चूँकि $r_{n+1} - r_n = \gamma(w_n - w_{n-1})$, श्रृंखला $r_n = r_0 + \gamma \sum_{k<n} (w_k - w_{k-1})$ पूर्णतः अभिसरण करती है। सीमा $r_\infty + p_\infty = □□□_n \, w_n = 0$ संतुष्ट करती है। □

टिप्पणी (स्थिरता शर्त की आर्थिक व्याख्या)। सीमा $\phi < 2 + 2\gamma$ यह सीमित करती है कि मूल्य आपूर्ति असंतुलन के प्रति कितनी आक्रामक रूप से प्रतिक्रिया करता है। यदि मूल्य संवेदनशीलता अत्यधिक है, तो संयुक्त पूँछ-उत्सर्जन और मूल्य प्रतिक्रिया ओवरशूट होती है, दोलन उत्पन्न करती है। उप-रेखीय घातांक γ स्थिर क्षेत्र को चौड़ा करता है: छोटा γ (अधिक रूढ़िवादी उत्सर्जन) इसे संकीर्ण करता है जबकि एक साथ हेरफेर प्रतिरोधकता में सुधार करता है (अनुभाग 6.4)। इन व्यापार-बंद को पैरामीटर अंशांकन को सूचित करना चाहिए।

टिप्पणी (मूल्य-स्तर अनिश्चितता)। प्रमेय 1 किसी आपूर्ति-संतुलित संतुलन $(R_\infty^{□□□□}, P_\infty)$ पर अभिसरण की गारंटी देता है लेकिन विशेष रूप से संदर्भ जोड़ी (R^*, P^*) पर नहीं। यह आपूर्ति-संतुलित मौद्रिक मॉडलों में मानक मूल्य-स्तर अनिश्चितता को दर्शाता है: संतुलन स्तर प्रारंभिक शर्तों पर निर्भर करता है, जबकि संतुलन विचरण सीमित है। एक विशिष्ट मूल्य स्तर पर लंगर डालने के लिए □□□□□□ या विवेकाधीन नीति की आवश्यकता होगी—डिज़ाइन द्वारा बाहर रखी गई।

तर्क का दायरा। औपचारिक प्रमाण आदर्शीकृत मान्यताओं (तत्काल □□□□□□□□ समायोजन, क्लिपिंग निष्क्रिय, □□□□-बजट दहन माँग) के तहत संतुलन के पास रैखिकृत प्रणाली पर लागू होता है। अरैखिक प्रभाव, असतत आधे होने के झटके और □□□□-□□□□□ संतृप्ति इस तर्क के दायरे से बाहर हैं; उनके प्रभाव अनुभाग 12 में अनुकरण के माध्यम से संबोधित किए जाते हैं।

9 कार्यान्वयन टिप्पणियाँ (□□□□□□□-शैली □□□□□□)

9.1 कोई □□□□□□□□ लुकअप आवश्यक नहीं

$R_n^{□□□□}$ को केवल सब्सिडी के रूप में परिभाषित किया गया है (शुल्क को छोड़कर)। नोड्स □□□□□□□□□□/□□□□□ में $R_n^{□□□□}$ को एक सहमति अवस्था चर के रूप में बनाए रखते हैं, निम्न से नियतात्मक रूप से गणना किया गया:

$$(R_{n-1}^{□□□□}, W_{n-1}, W_{n-2}).$$

सत्यापन के दौरान, लागू करें:

$$\square\square\square\square\square\square\square\square \text{ सब्सिडी} \le R_n^{\square\square\square\square} + R_n^{\square\square\square\square},$$

जबकि शुल्क को सामान्य रूप से संभाला जाता है (सहमति नियमों द्वारा लागू निश्चित दहन अंश के साथ)।

9.2 केवल-हेडर कार्य प्रॉक्सी

W_n `nBits` (लक्ष्य बिट्स) से सीधे निकाला जाता है, इसलिए केवल हालिया हेडर की आवश्यकता है। कोई पूर्ण-इतिहास स्कैन आवश्यक नहीं।

9.3 निश्चित-बिंदु अंकगणित

फ्लोटिंग-पॉइंट गैर-नियतत्ववाद से बचने के लिए, $(W_n/W_{n-1})^\gamma$ को निश्चित-बिंदु परिमेय अनुमान का उपयोग करके लागू करें; $\gamma = \frac{1}{2}$ के लिए, पूर्णांक वर्गमूल विधियाँ सरल और स्थिर हैं।

10 चर्चा: अपनाना और गैर-जबरदस्ती बूटस्ट्रैपिंग

डिज़ाइन गैर-जबरदस्ती है: माँग स्वैच्छिक उपयोगिता से उत्पन्न होती है। □□□□-□□-□□□□□ के लिए एक ध्यान सतह की आवश्यकता है; इस प्रकार, एक व्यावहारिक बूटस्ट्रैपिंग मार्ग उस डोमेन में प्रणाली तैनात करना है जहाँ ध्यान पहले से ही दुर्लभ है (समुदाय, प्रकाशन, □□□□-प्रवण मंच) ताकि जलाने की तत्काल उपयोगिता हो। □□□□□□□ [4] ठीक ऐसी अनुप्रयोग परत प्रदान करता है: एक संघीय संदेश प्रोटोकॉल जिसमें □□□□-□□-□□□□□ तंत्र एक साथ अनुप्रयोग स्तर पर □□□□ निवारण के रूप में और मौद्रिक स्तर पर अंतर्जात आपूर्ति सिंक के रूप में कार्य करता है। इसलिए □□□□□□□ संदेश नेटवर्क के भीतर तैनाती एक ही प्रणाली में उपयोगिता और मौद्रिक स्थिरता दोनों को बूटस्ट्रैप करती है। त्वरित बूटस्ट्रैप भाग प्रारंभिक भागीदारी को आकर्षित कर सकता है, जबकि दीर्घकालिक गतिकी निरंतर दुर्लभता झटकों के बजाय पूँछ+दहन पाशों द्वारा नियंत्रित होती है।

ठंडे-प्रारंभ व्यवस्था। प्रमेय 1 की स्थिरता गारंटी शून्येतर दहन माँग मानती है; वे ठंडे-प्रारंभ व्यवस्था में लागू नहीं होती हैं जहाँ □□□□-□□-□□□□□ गतिविधि नगण्य है। इस चरण के दौरान सिंक पाश प्रभावी रूप से निष्क्रिय है और उत्सर्जन अकेले $R_n^{\square\square\square\square}$ द्वारा नियंत्रित होता है। ठंडा-प्रारंभ विफलता मोड नहीं है बल्कि एक ज्ञात डिज़ाइन चरण है: बूटस्ट्रैप घटक ठीक अनुप्रयोग-परत नेटवर्क प्रभाव संचय करते समय खनन भागीदारी को बनाए रखने के लिए आकारित है। स्थिरता गारंटी तब काम करती हैं जब दहन माँग काफी बड़ी हो कि $B_n^{\square 2\square}$ उत्सर्जन को अर्थपूर्ण रूप से ऑफसेट करे—एक सीमा जिसे पैरामीटर अंशांकन के दौरान अनुमानित प्रारंभिक-अपनाने वाले गिनती के आधार पर अनुमानित किया जाना चाहिए।

11 पैरामीटर व्युत्पत्ति और अंशांकन (संख्यात्मक चुनाव स्थगित)

यह अनुभाग व्युत्पन्न करता है कि प्रमुख पैरामीटर को संदर्भ संतुलन से कैसे चुना जा सकता है। संख्यात्मक मान जानबूझकर कार्यान्वयन के लिए स्थगित किए गए हैं, क्योंकि वे हार्डवेयर दक्षता, प्रचलित बिजली मूल्यों, वांछित आधारभूत सुरक्षा और अभीष्ट “परिपक्व” संचालन व्यवस्था पर निर्भर करते हैं।

11.1 संदर्भ संतुलन

एक लक्ष्य बाह्य मूल्य स्तर P^* (जैसे $P^* = \$0.01$ प्रति सिक्का, यानी 100 सिक्के प्रति □□□) और निम्नलिखित द्वारा चिह्नित एक संदर्भ संचालन बिंदु तय करें:

- W^*: प्रति ब्लॉक संदर्भ कार्य प्रॉक्सी (हेडर कठिनाई/लक्ष्य से व्युत्पन्न),
- k_e^*: प्रति इकाई कार्य सीमांत बाह्य लागत (□□□ प्रति W-इकाई), सीमांत खनिक पर बिजली+हार्डवेयर □□□□ के रूप में व्याख्यायित,
- F^*: सिक्कों में प्रति ब्लॉक संदर्भ शुल्क मात्रा,
- β: निश्चित शुल्क-दहन अंश (प्रोटोकॉल स्थिरांक)।

खनिक-प्राप्त शुल्क घटक को $(1-\beta)F^*$ माना जाए, और कुल सब्सिडी हो

$$R^* = R^{\square\square\square\square,*} + R^{\square\square\square\square,*}.$$

प्रथम-क्रम संतुलन शर्त प्रति ब्लॉक अपेक्षित बाह्य खनिक राजस्व को सीमांत बाह्य लागत से समान करती है:

$$P^*\big(R^* + (1-\beta)F^*\big) \approx W^* k_e^*.$$

आवश्यक कुल सब्सिडी हल करने पर देता है:

$$R^* \approx \frac{W^* k_e^*}{P^*} - (1-\beta)F^*.$$

उस युग में चुने गए बूटस्ट्रैप शेड्यूल मूल्य $R^{\square\square\square\square,*}$ को देखते हुए, निहित पूँछ स्तर है:

$$R^{\square\square\square\square,*} \approx R^* - R^{\square\square\square\square,*}.$$

11.2 पूँछ अवस्था को आरम्भ करना और सीमित करना

स्थिति-संपन्न पूँछ नियम

$$R_{n+1}^{\square\square\square\square} = \square\square\square\square\left(R_n^{\square\square\square\square} \cdot \left(\frac{W_n}{W_{n-1}}\right)^{\gamma},\ R_{\square\square\square},\ R_{\square\square\square}\right)$$

को एक अलग मापनीकरण स्थिरांक की आवश्यकता नहीं है। बजाय, चुनें:

- प्रारंभिक अवस्था $R_0^{\square\square\square\square}$ (जैसे अभीष्ट लॉन्च व्यवस्था के लिए $R^{\square\square\square\square,*}$ के पास सेट),
- धन फ़्लोर $R_{\square\square\square} > 0$ माँग पतन के तहत आधारभूत खनन प्रोत्साहन को संरक्षित करने के लिए,
- वैकल्पिक रूप से एक सीमा $R_{\square\square\square}$ दुर्लभ झटकों या कोने के मामलों के खिलाफ सुरक्षा अपरिवर्तनीय के रूप में।

व्यवहार में, $R_{\square\square\square}$ को संदर्भ पूँछ स्तर के एक अंश के रूप में निर्दिष्ट किया जा सकता है, $R_{\square\square\square} = \eta R^{\square\square\square\square,*}$ किसी $\eta \in (0,1)$ के लिए, जबकि $R_{\square\square\square}$ को “पर्याप्त रूप से बड़ा” सेट किया जा सकता है या एक स्पष्ट अपरिवर्तनीय के रूप में माना जा सकता है। सभी ऐसे संख्यात्मक विकल्प कार्यान्वयन और अनुभवजन्य परीक्षण के लिए स्थगित हैं।

11.3 उप-रेखीयता घातांक चुनना

घातांक $\gamma \in (0,1)$ प्रतिक्रियाशीलता नियंत्रित करता है और कार्य में रैखिक अनियंत्रित प्रोत्साहनों से बचता है। एक स्वाभाविक उम्मीदवार $\gamma = \frac{1}{2}$ (वर्गमूल) है, लेकिन प्रोटोकॉल γ को अनुकरण और प्रतिकूल विश्लेषण के बाद कार्यान्वयन के दौरान चुने गए एक निश्चित स्थिरांक के रूप में मान सकता है।

11.4 व्याख्या

उपरोक्त अंशांकन समीकरण (□) वांछित बाह्य मूल्य व्यवस्था P^* और (□□) बाह्य ऊर्जा/हार्डवेयर लागतों को देखते हुए अभीष्ट आधारभूत सुरक्षा/कार्य व्यवस्था W^* के बीच एक सेतु प्रदान करते हैं। प्रोटोकॉल स्वयं P^* या k_e^* नहीं देखता; ये डिज़ाइन-समय अंशांकन मात्राएँ हैं जो केवल प्रारंभिक स्थिरांकों को चुनने के लिए उपयोग की जाती हैं।

12 अनुकरण और सत्यापन चेकलिस्ट

तैनाती से पहले, निम्नलिखित अनुकरण गुणात्मक व्यवहार को सत्यापित करने और पैरामीटर विकल्पों को बाध्य करने के लिए पर्याप्त हैं। कोई बाह्य □□□□□□ की आवश्यकता नहीं।

- पैरामीटर स्वीप: $\gamma \in (0,1)$ ($\gamma = \frac{1}{2}$ पर जोर के साथ), शुल्क दहन अंश β, पूँछ फ़्लोर $R_{□□□}$, और प्रारंभिक पूँछ अवस्था $R_0^{□□□□}$ को भिन्न करें।
- माँग झटके: लेनदेन माँग और □□□□-□□-□□□□□ गतिविधि को चरण और आवेग झटके प्रदान करें; $R_n^{□□□□}$ और शुद्ध उत्सर्जन ΔS_n के अभिसरण का निरीक्षण करें।
- खनन झटके: उपलब्ध □□□□□□□□□ में अचानक वृद्धि/कमी (जैसे □□□□ पीढ़ी बदलाव) अनुकरण करें और उप-रेखीय नियम के तहत सीमित उत्सर्जन प्रतिक्रिया सत्यापित करें।
- प्रतिकूल परिदृश्य: खनिक स्व-स्पैम प्रयास, शुल्क पुनर्चक्रण और अस्थायी खनन ग्रीफिंग मॉडल करें ताकि पुष्टि हो कि निश्चित शुल्क दहन अपरिवर्तनीय लागत लगाता है।
- दीर्घकालिक संतृप्ति: उपयोगकर्ता/गतिविधि प्रॉक्सी को स्थिर रखें और सत्यापित करें कि उत्सर्जन रैखिक वृद्धि के बजाय एक स्थिर व्यवस्था पर अभिसरण करता है।
- संख्यात्मक स्थिरता: कार्यान्वयन में नियतात्मक व्यवहार सुनिश्चित करने के लिए निश्चित-बिंदु अंकगणित सीमाएँ और क्लिपिंग अपरिवर्तनीय सत्यापित करें।

ये अनुकरण सटीक मूल्य प्रक्षेपवक्र की भविष्यवाणी करने के बजाय स्थिरता और प्रोत्साहन संरचना को सत्यापित करने के लिए हैं।

13 निष्कर्ष

हमने एक □□□-आधारित मौद्रिक तंत्र निर्दिष्ट किया जो (□) अनुकूली पूँछ उत्सर्जन के लिए केवल प्रोटोकॉल-दृश्य कार्य संकेतों का उपयोग करता है और (□□) शुल्क दहन और □□□□-□□-□□□□□ के माध्यम से एक □□□□□□-मुक्त दहन सिंक शामिल करता है। परिणामी प्रणाली प्रतिकूल-प्रकटित कार्य और अंतर्जात ध्यान प्रतिस्पर्धा से उत्सर्जन और दहन को जोड़कर ऊर्जा के सापेक्ष छद्म-स्थिरता का लक्ष्य रखती है, विवेकाधीन उत्सर्जन और संस्थागत माप से बचती है। यह दृष्टिकोण प्रदर्शित करता है कि एल्गोरिदमिक मौद्रिक नीति डिज़ाइन में प्रतिकूल लागत प्रकटीकरण समिति-प्रबंधित मूल्य सूचकांकों को कैसे प्रतिस्थापित कर सकता है। आगे के कार्य में स्पष्ट व्यवहारिक मान्यताओं के तहत स्थिरता शर्तों को औपचारिक बनाना और γ, $(R_{□□□}, R_{□□□})$ और β के लिए पैरामीटर व्यवस्थाओं की खोज करनी चाहिए।

हवाले

[1] □□□□□□□ □□ □□□□□□ □□□□□□□□□□□□. □□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□ □□□ □□□. □.□. □□□□□□□□□□□ □□ □□□□□□, 2019. https://www.bls.gov/cpi/quality-adjustment/hedonic-quality-adjustment.htm

[2] □. □. □□□□□□□, □. □. □□□□□□□□□□, □. □. □□□□□□□, □. □□□□□□□□□□, □□□ □. □. □□□□□□□□□□. □□□□□□□ □ □□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□ □□□ □□□□□ □□ □□□□□□: □□□□□ □□□□□□□ □□ □□□ □□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□ □□□□ □□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□ □□ □□□□□□ □□□ □□□□□□□□□ □□□□□□ □□□□□□. □.□. □□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□, 1996. https://www.ssa.gov/history/reports/boskinrpt.html

[3] □. □□□□□□□. □□□□ □□□□□□□□□□ □□□□□□□ □□ □□□□□□□□ □□□□ □□□□ □□□□□□□□□□□□. □□□□□□□ □□ □□□□□□□□□□ □□□□□□□□, 130(3):636–678, 2022.

[4] □. □□□□□□□□□□□. □□□□□□□□: □ □□□□□□□□□□□□□□□-□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□□ □□□□□□□□□□ □□□□-□□□□□ □□□□□□□□□□ □□□ □□□□□□□□-□□□□□□□□□□ □□□□□□□□. □□□□□□□□□, 2026.

[5] □. □□□□□□□□□□□. □□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□, □□□□□□□, □□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□. □□□□□□□□□, 2026.

[6] □. □□□□□, □. □□□□□□□□□□, □. □□□□□, □. □□, □. □□□□□, □. □□□□□□□, □. □□□□□□□□□□□□, □□□ □. □□□□□□. □□□□□□ □□□□ 2.0: □□□□□□□□□□□□□, □□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□, □□□ □□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□. 2020 □□□□□ □□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□ □□□ □□□□□□□□, □□□□□ 910–927, 2020.

[7] □□□□□□□□□□ □□□□□□□□□. □□□-□□□□□□□□: □ □□□□□ □□□□□□□□□□ □□ □□□ □□□□□□□□□. https://explore.flashbots.net/, 2021.

[8] □. □. □□□□□□ □□□ □. □. □□□□□. □□□□□□□□□□□□□ □□□□□□ □□ □□□ □□□□□□□□□ □□□□□□ □□□□□□: □□□□□□ □□ □□ □□□□□□? □□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□, 41(1):159–201, 2003.

[9] □. □□□□□□□□□. □□□□□□□□□’□ □□□□: □ □□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□ □□ □□ □□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□. □□□□□□□□□□, 17(40):53–54, 1995.

[10] □. □□□□□□□□□. □□□□□□□□: □ □□□□□-□□-□□□□□ □□□□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□. 2008. https://bitcoin.org/bitcoin.pdf

[11] □. □□□□□□□□□□. □□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□: □□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□ □□□□□□ □□ □□□□ □□□□. □□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□□□□□□ □□□□, 14(1):377–407, 2013.

[12] □. □□□□□. □□□□□□□□□□□□□, □□□□□ □□□□□□□□□ □□ □□□ □□□□□□□□□□□□□. 2022. https://petertodd.org/2022/surprisingly-tail-emission-is-not-inflationary

[13] □. □□□□□□□□□□. □□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□□ □□□ □□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□. □□□ □□□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□□, 2021.

[14] □. □. □□□□□□□. □□□□□□□□□□ □□□□□□□□, □□□□□□ □□□□□□□□. □□□□□□□□□ □□□□, 2002. (□□□□□□□□□□-□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□: □□□□□□□□ 4.7 □□□ □□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□.)