#### 측정 프레임워크

제안된 측정 프레임워크에 포함된 모델은 주로 Leontief 계수(Leontief 1936)와 부가가치 기여 측면에서 부문 상호의존성을 직접 측정하기 위한 전방 및 후방 연결을 사용하는 투입 산출 분석에 뿌리를 두고있습니다.

이 섹션에서는 디지털 GDP 방정식의 단계별 유도를 보여줍니다.17 디지털 경제 측정 프레임워크의 구성 요소는 그림 2에 요약되어 있습니다. 각 용어가 특정 측정과 관련되어 있으므로 이 프레임워크를 적용 하는 사용자는 다음을 선택할 수 있습니다. 목적에 맞는 특정 용어만 계산합니다(예: 디지털 산업의 순방 향 연결을 얻기 위해 용어 2만 필요함).

또한 이후 섹션에서 다루는 특정 글로벌 가치 사슬(GVC) 지표의 측정과 같은 특정 분석에 맞게 프레임워크를 조정하거나 확장할 수 있습니다.

제안된 핵심 디지털 제품 분류에 기 반한 국가의 디지털 경제1

지절 산업 GDP2

최종 디지털 제품3에 디지털 방식 으로 산업의 부가가치 제공 (역방 향 연결)

지털 산업의 부가가치(이중 계산 기간)

지털 산업의 부가가치(이중 기차(순방향 연계)

그림 2: 제안된 디지털 경제 측정 프레임워크

GDP = 국내 총생산.

1 GDPdigital 방정식 iT V^ BY^ 2 GDPdigital  $\epsilon_1$  + iT (V^ BY^ )T  $\epsilon_1$  - [진단(V^ BY^ )]T  $\epsilon_1$  + (i – 1)T V^ BY^ r^  $\epsilon_2$ . 방정식 의 두 번째 항으로 주어진다 .

3 GDPdigital 방정식 의 첫 번째 항으로 주어진다.

4 GDPdigital 등식 의 네 번째 항으로 주어진다

출처: Leontief(1936) 계수를 사용한 디지털 경제 측정 프레임워크 연구 팀의 방법론.

<sup>17</sup> 이 보고서 전체에서 디지털 GDP (또는 GDPdigital )는 디지털 부문의 총 부가가치(GVA)를 나타냅니다. 엄격한 의미에서 디지털 GDP와 디지털 GVA는 유사하지만 디지털 GDP에는 디지털 제품에 대한 순 세금이 포함됩니다. 이러한 차이에도 불구하고 본 보고서에서와 같이 총 GVA 대비 디지털 GVA의 비중만을 조사할 경우 디지털 GDP와 디지털 GVA는 동일한 추세를 따를 것으로 예상된다.

# Leontief 역계수 측면에서 국내 총생산 도출

부록 1에서 식  $1\sim3$ 을 통해 표준 IOT(Input-Output Table)의 총 산출량 x를 Leontief Inverse, (I – A)-1, 최종 수요의 함수로 간결하게 표현할 수 있음을 보여준다. , 와이. 방정식 4는 이 관계를 설명합니다.

$$x = (I - A) - 1y \tag{4}$$

$$v = (v \perp v2 \cdots vn) = \left(\frac{gva1}{x1} \frac{gva2}{x2} \cdots \frac{2!}{xn}\right)$$
 (5)

여기서 gvaj,  $j=1,2,\cdots$ , n은 산업 j 가 생성한 총 부가가치(GVA)를 의미 하고 xj는 동일한 산업 j의 총 생산량을 의미합니다. 따라서 v의 각 항목은 자체 산출물에 대한 산업 j의 GVA의 비율입니다. 방정식 5의 v를 방정식 4의 x에 미리 곱하면 생산 접근법을 통해 경제 전반의 GDP를 계산하는 표현식이 생성됩니다(공식 6).18 vBy 공식을 사용하여 경제 전반의 GDP를 도출하는 방법을 알고 방정식 6은 더 세분화된 디지털 GDP를 정량화하는 방법을 이해하는 첫 번째 단계입니다.

$$vx = vBy$$
 <sup>19</sup>
•  $gva1 + gva2 + \cdots + gvn = \sum n = 1 \sum eq = 1 yj 에서 vi$  (6)
= 경제 전반의 GDP

<sup>18</sup> 생산접근법을 통한 GDP는 모든 경제부문에서 창출된 부가가치를 합산하여 산출한다. 19 확장 행렬 형식에서 vx = vBy

16

### 부가가치의 사용자와 공급업체에 걸쳐 국내총생산(GDP) 세분화

방정식 6을 사용하여 계산된 경제 전반의 GDP는 산업의 후방 및 전방 연결이 도출될 수 있는 n × n 매트릭스로 더 세분화될 수 있습니다. 특히, 이 매트릭스는 산업의 소스(후방 연결)와 목적지 (전방 연결)를 보여줍니다. 디지털 경제의 맥락에서 이러한 소스와 대상은 각각 디지털 부문이 의존하는 산업(디지털 활성화 산업)과 디지털 섹터에 의해 활성화되는 산업(디지털 활성화 산업)을 나타냅니다.

v, B, y 행렬을 포함하는 간단한 행렬 연산을 수행하여 산업의 앞뒤 연결을 얻습니다. 방정식 (5)의 직접 부가가치 계수 벡터와 최종 수요 벡터를 대각화하면 아래 행렬 v 및 가 됩니다.

v를 B 에 사전 곱한 다음 행렬 곱을 에 사후 곱하면 방정식 7의 v B 행렬이 됩니다 . 이는 부가가치를 사용하고 공급하는 모든 산업에서 스칼라 경제 전체 GDP를 분해하는  $n \times n$  행렬입니다.

한편으로 v B 행렬의 행은 경제의 모든 산업에 걸쳐 특정 산업에서 창출된 부가가치의 사용 분포에 해당합니다. 따라서 모든 행 항목을 추가하면 산업의 GDP가 제공됩니다. 유사하게 v B 행렬을 행 방향으로 추적하는 것은 산업의 순방향 연결에 해당합니다.

반면에 열은 경제에서 특정 산업의 최종 상품 및 서비스 생산에 대한 모든 산업의 부가가치 기여 분석에 해당합니다. 따라서 열의 모든 항목을 합하면 산업의 최종 제품 가치가 됩니다. 동시에 v B 행렬을 열 방향으로 추적하면 산업의 역방향 연결이 표시됩니다.

### 2개 산업 경제에서 디지털 경제의 정량화

단순화를 위해 먼저 주어진 경제에 두 개의 산업이 있다고 가정할 수 있으며 산업 1은 디지털 산업입니다. 그러면 아래의  $2 \times 2 \, v$  B 행렬이 생성됩니다.

언급한 바와 같이 첫 번째 행과 두 번째 행의 합은 각각 디지털 및 비디지털 산업의 GDP 합계와 같습니다.

디지털 경제를 측정함에 있어서는 디지털 산업의 GDP 전체를 구해야 한다. v1 b11 y1 이라는 용어는 자체 최종 제품에 대한 디지털 산업의 부가 가치 기여를 설명합니다. 두 번째 용어인 v1 b12 y2는 비디지털 산업에서 요구하는 디지털 산업에서 발생하는 부가가치입니다. 이는 또한 비디지털 산업의 최종 제품 가치에 대한 디지털 산업의 기여이기도 합니다.

v1~b12~y2가 0이 아니라고 가정하면 , 제2산업이 디지털 재화와 서비스를 생산하지 않더라도 디지털 산업에 의해 생산이 가능해진다 .

그러나 첫 번째 열에서 디지털 산업의 최종 상품 및 서비스의 가치는 그 자체(v1 b11 y1) 뿐만 아니라 비디지털 산업(v2 b21 y1) 의 기여로 구성될 수 있음이 분명합니다. v2 b21 y1이 0이 아니라고 가정하면 비디지털 산업이 디지털 산업의 생산을 가능하게 한다는 것은 자명하다.

이런 의미에서 인더스트리 2는 역방향 연결을 통해 디지털 방식으로 활성화되고 있습니다. 이러한 이유로 v2 b21 y1 도 디지털 경제의 일부로 간주됩니다. 반면에 v2 b22 y2 라는 용어는 비디지털 산업에서 유래하고 사용되는 부가가치와 관련이 있습니다. 이것은 디지털 산업과의 거래를 포함하지 않기 때문에 디지털 경제의 일부로 간주되지 않습니다.

따라서 디지털 경제에 귀속되는 GDP는 디지털 산업의 전체 GDP에 디지털 산업에서 생산을 가능하게 하는 비디지털 산업의 GDP 부분을 더한 값입니다.

GDP!"#"
$$$\%$$
 = GDP' + GDP( v(b((y( GDP!"#" $$\%$  = v'b''y' + v'b'(y( + v(b('y'

<sup>20</sup> 디지털 산업의 부가가치 중 일부는 비디지털 산업으로 간다고 말할 수 있습니다.

18

이는 아래 방정식을 사용하여 직접 계산할 수 있습니다.

첫 번째 용어는 디지털 산업 $\epsilon_1$ , 수학식 8의 역방향 연계를 직접 계산과 관련된 iTv^B 이고 두 번째 용어는 iT (v^B) T 연계입니다. 이중 계산  $\epsilon_1$ , 앞으로 준다된 항을 설명하기 위해 디지털 산업에 해당하는 v^B 행렬의 대각선 항목이 제거되므로 GDPdigital 에서 [diag(v^B)]T를 뺍니다. "제거기 벡터"는 계산에 포함되어서는 안 되는 항목을 수학적으로 제계하는 데사용됩니다. 이러한 제거기 벡터가 사용됩니다.

프레임워크 전체에서.

# 단순한 3개 산업에서 디지털 경제 정량화 자본 형성 없는 경제

위의 예에서 방법을 구현하면 서로 상호 작용하는 디지털 산업이 둘 이상인 경우 이중 계산이 발생합니다. 증명하기 위해 아래의  $v^B$  행렬 로 표현되는 경제에 세 가지 산업이 있다고 가정합니다 .

산업 1과 산업 2가 디지털이라고 가정합니다. 수학식 8을 적용하면 GDPdigital은 아래의 선형 방정식으로 전개된다.

 $= GDP!"\#"\$\%\& = v1b11y1 + v2b21y1 + v3b31y1 + v1b12y2 + v2b22y2 + v3b32y2 + v1b12y2 + v1b13y3 + v2b21y1 \\ + v2b23y3$ 

위에서 볼 수 있듯이 v2b21y1 및 v2b12y2 라는 용어는 경제에서 모든 디지털 산업의 모든 부가가치 사용 및 부가가치 기여가 기록되기 때문에 이중으로 계산됩니다. 예를 들어 v2b21y1은 Industry 1에서 사용하는 Industry 2에서 생성된 부가가치이므로 전방 관점에서 계산됩니다. 그러나 이것은 또한 Industry 1의 최종 제품에 대한 부가가치의 원천이 되므로 역방향 관점에서 계산됩니다.

여기에서 디지털 산업의 상호 의존성을 설명하기 위해 프레임워크에서 추가 조정이 이루어집니다. 깔끔하고 간단한 해결책은 유사하게 분류된 산업을 집계하여 단일 부문, 즉 "디지털 부문"으로 취급하는 것입니다. 두 산업의 경우 GDP디지털 방정식이 단일 디지털 산업만 있을 때 이중 계산을 방지하기 때문 입니다...

프레임워크에서 Z, x, f 및 gva 행렬에 대한 집계를 수행하면 "집계 행렬"을 사용합니다. 이러한 매트릭스의 작동 방식에 대한 전체 데모는 부록 2에서 확인할 수 있습니다. 따라서 디지털 하위 섹터를 하나의 디지털 섹터로 집계한 후에도 집계 매트릭스가 프레임워크에 통합된다는 점을 제외하면 두 산업 사례의 절차가 여전히 유지됩니다. 따라서 다음과 같이 일부 표기법만 변경하면 됩니다.

$$i_{1} = i_{1} + i_{2}$$
 $i_{1} = i_{2} + i_{3}$ 
 $i_{2} = i_{3} + i_{4}$ 
 $i_{2} = i_{3} + i_{4}$ 
 $i_{3} = i_{4} + i_{5}$ 
 $i_{4} = i_{4} + i_{5}$ 
 $i_{5} = i_{5} + i_{5}$ 
 $i_{7} = i_{7} + i_{7}$ 
 $i_{7} = i_{7} + i_{7} + i_{7}$ 
 $i_{7} = i_{7} + i_{7} + i_{7}$ 
 $i_{7} = i_{7} + i_{7$ 

이러한 표기 변경 사항을 방정식 8과 통합하면 방정식 9의 수정된 GDPdigital 방정식이 생성됩니다.

$$\begin{split} \mathsf{GDP!} &= \mathsf{v!b!"y"} + \mathsf{v!b!} \# \mathsf{y} \# + \cdots + \mathsf{v!b!}, \% \& \& "y\% \& ", = 1, 2, \cdots \qquad --1 \\ & \mathsf{v"b"} \# \mathsf{v} \# \mathsf{$$

# 3개 산업 경제에서 디지털 경제의 총 고정 자본 형성 통합

방정식 9는 외생적 최종 수요와 관련하여 모든 동시 입력-출력 트랜잭션을 캡처합니다. 그러나 현재 연도에 산업이 미래 생산을 위한 입력으로 사용하기 위해 비디지털 산업에서 자본재를 구입하는 경우 고정 자본의 형성이 최종 수요 벡터  $\gamma$ 에 반영되기 때문에 Z 매트릭스는 이를 포착할 수 없습니다 . Z1

 $<sup>^{21}</sup>$  자본재는 2008년 국민계정체계(SNA)에서 정의한 바와 같이 1년 이상의 기간 동안 다른 재화와 용역의 생산에 사용하도록 의도된 고 정 자산 또는 자산을 의미합니다.

20

현재 연도의 생산에 대한 고정 자본 형성의 기여는 고정 자본의 소비로 gVA 매트릭스에 반영되지만, 시장에서 산출물로서 상기 고정 자본을 생산하는 데 필요한 다양한 부문 기여를 설명하지 못합니다. 예를 들어 산업 1이 디지털 산업이고 산업 2와 산업 3이 비디지털 산업인 3개 산업 경제가 있다고 가정합니다. 또한 산업 1이산업 3에서 자본재를 구매한다고 가정합니다. 표준 입출력 프레임워크에서 산업 1의 이러한 구매는 y에 반영됩니다. 이를 보여주기 위해 단순화를 위해 y를 3개의 최종 수요 구성 요소(가계 최종 소비 지출(hfce), 일반 정부 소비 지출(ggce) 및 총 고정 자본 형성(gfcf))에 걸쳐 세분화하면 다음과 같습니다.

벡터 k를 열을 자본 구매자로, 행을 자본 판매자로 하는 행렬로 더 분해하면 행렬 K가 생성되며 여기서 산업 3에서 산업 1의 고정 자본 구매는 gfcf31과 같습니다. gfcf31이 해당 기간 동안 경제에 대한 유일한 자본 투자라고 가정합니다.

매트릭스 K는 어떤 산업이 자본을 판매했는지 보여주지만 해당 자본이 어떻게 생산되었는지는 보여주지 않습니다. 따라서 디지털 산업 1에서 구매한 총 고정 자본의 생산을 명시적으로 통합하지 않으면 GDPdigital 의 계산이 과소 평가될 것입니다. 산업 3에서 생산하고 산업 1에서 구매한 자본재가 경제의 다른 산업에서도 가치를 창출했기 때문입니다. 따라서 산업 3의 최종 제품에 대한 다른 산업의 부가가치 점유율은 간접적으로 디지털 경제를 가능하게 하므로 GDPdigital의 일부로 계산되어야 합니다 .  $v \land B$  행렬에는 이미 이 정보가 포함되어 있지만 여전히 방정식 9에 명시적으로 추가되어야 합니다.

디지털 산업에서 소비되는 고정 자본재의 후방 연결(즉, 자본 형성을 통한 디지털 가능 산업의 GDP 기여도)을 설명하는 방정식을 도출하기 위해 디지털 부문이 속한 산업에 해당하는 각 열에 대한 단일 비율 매입자본재를 적용할 수 있습니다.22

<sup>22</sup> Leontief 통찰력에 따라 기술 계수가 고정된 것으로 가정하면 단일 비율이면 충분합니다. (Leontief 1936).

이전 그림에서 Industry 3의 최종 제품인 v1 b13 y3 b23 y3 Industry 1인 gfcf31을 곱합니다. r을 해당 최  $^+$  v2 종 수요에 때한의자 발원법률이 사용하고 한민관합 재료 대표자 화 가기를 돌아라면 사용하고 함께 다른 기를 가게 되었다.

r 에서 v^B 로의 사후 곱셈은 다음을 제공합니다.

 $v^A$  B r 행렬 의 첫 번째 행과 열에 있는 모든 요소는 디지털 산업 1의 순방향 연결과 역방향 연결 내에서 방정식 9로 이미 설명됩니다. GDPdigital 의 산업 , (i – 1)T 는  $v^A$  B r 에 미리 곱해집니다 .

산업 1은 산업 3의 최종 제품에만 투자하므로 r2는 0이 되며 다음과 같이 됩니다.

제거기 벡터  $oldsymbol{arepsilon}_2$  업종에 해당하는 행의 값은 1입니다.

디지털 산업이 자신을 제외한 고정 자본을 구매하는 곳. GDPdigital에서 디지털산업의 후방연계 일부가 이중계산되는 것을 방지하기 위해 산정에서 디지털산업의 자기계좌 자본형성을 제외해야 한다. 따라서 그림에서 디지털 산업에 해당하는 요소는 0으로 설정하고 산업 1만 21, 23 0므로 = 1로 설정합니다.

3

산업 3에서 고정 자본을 구매합니다. 용어 r3  $\Sigma$ 3 i  $\neq$  1vbyi3 는 바디지털 산업 3.23에서 디지털 산업 1이 소비하는 고정 자본재의 역방향 연결에 해당합니다.

### n-산업 경제 에서 디지털 경제의 정량화

3개 산업 사례는 n개 산업이 있는 경제로 일반화할 수 있습니다 . 설명을 위해 비율 벡터 r의 차원은 n imes 1 로 재정의됩니다 . 이에 따라 이것은 r imes로 대각화되어 n imes n 행렬을 형성합니다 .

$$0r " 0 0 0 0 = \#0$$

마찬가지로,  $v^B$  r 행렬은 아래와 같이  $n \times n$  의 차원을 갖게 됩니다 .

이제 산업 1이 디지털 산업이고 산업 j 와 자체 로부터 고정 자본을 구매한다고 가정합니다 . 산업 1만이디지털이고 나머지 산업은 비디지털이라고 가정합니다. (i-1)Tv^B r 방정식은 다음과 같습니다 .

디지털 산업에서 자체 계정 고정 자본 형성의 역방향 연결의 이중 계산을 제거하기 위해 n imes 1 제거기 벡터 (i-1)Tv^B r 는 디지털 산업.  $arepsilon_2$  후 곱하기

<sup>23</sup> 수입 총고정자본 형성은 국내 경제 내에서 생산되지 않기 때문에 고정자본의 국내 구매만 기본 추정치에 포함됩니다.

### 핵심 디지털 경제 방정식

핵심 디지털 경제 방정식(수학식 10)은 수학식 9와 디지털 산업이 소비하는 고정자본재의 역연계 값을 통합하여 도출된다. 방정식 10에서 "agg" 아래 첨자는 표기를 단순화하기 위해 생략되었지만 집계(부록 2에서 설명한 대로)는 계산 전에 수행되었습니다.

방정식 10에서 4개의 용어는 각각 디지털 경제의 (i) 후방 연결; (ii) 순방향 연결; (iii) 이중으로 계산된 용어(즉, 자체 최종 제품에 대한 디지털 산업의 총 부가가치 기여) 및 (iv) 그것이 자본화하는 비디지털 제품.

# 방법론적 요구 사항

### 공급 및 사용 테이블과 인출력 테이블

디지털 경제 프레임워크의 주요 데이터 소스는 국가 공급 및 사용 테이블(SUT) 및 IOT입니다. 공급표는 국내생산 또는 수입을 통해 경제에서 상품과 서비스가 어떻게 공급되는지 자세히 설명합니다. 한편, 사용 표는 이러한 산출물이 동일한 경제에서 중간 소비, 최종 소비(가계 최종 소비 지출, 가계 최종 소비 지출을 지원하는 비영리기관 및 정부 최종 소비 지출 포함)로 어떻게 사용되는지 보여줍니다. , 자본 형성 또는 수출. SUT는 경제 내의 상호 작용을 설명하는 데이터 세트이자 GDP 계산을 위한 균형 프레임워크로서 국가 경제 회계 시스템의 주요 기반입니다. 이는 다양한 종류의 분석 용도 및 위성 시스템을 위한 매력적인 소스가 됩니다(UN 2018).

IOT는 공급 테이블과 사용 테이블의 ID를 단일 ID로 결합합니다(UN 2018). 논의한 바와 같이, 제안된 프레임워크 방법론은 IOT에서 직접 추출한 행렬과 벡터를 필요로 합니다. SUT는 Eurostat(2008)에서 규정한 변환 모델을 사용하여 IOT로 쉽게 변환될 수 있습니다. 이 보고서에서는 "고정 제품 판매 구조" 가정을 사용하여 SUT를 IOT로 변환하여 산업별 SUT를 산업별 IOT로 변환합니다.24

<sup>24 &</sup>quot;모델 D"로 알려진 이것은 각 제품이 생산되는 산업에 관계없이 고유한 판매 구조를 가지고 있다고 가정합니다(Eurostat 2008).

IOT는 분석에서 Leontief의 통찰력을 보다 체계적으로 적용할 수 있는 반면, SUT는 기본적인 수준에서 제품과 산업 간의 역학에 대해 더 자세한 정보를 제공합니다. 따라서 SUT는 고정 자본에 대한 디지털 부문의 의존성을 통합하는 중심 공식(공식 10)의 네 번째 항을 포착하는 데 특히 유용합니다. 또한 디지털 제품 사용을 기반으로 산업의 디지털화를 평가하는 것과 같이 특정 제품-산업 관계에 관한 분석에도 사용할 수 있습니다.

# 국가별 테이블의 균일성

게시된 집계와의 일관성을 보장하기 위해 SUT 및/또는 IOT는 각 국가 통계청(NSO) 웹사이트에 있는 각 경제의 게시된 테이블에서 가져옵니다. 종종 이것은 다른 경제에 가능한 한 균일하게 방법론을 적용하기 위해 추가 데이터 수집 및 조정을 수반합니다. 데이터의 통일성과 비교 가능성을 보장하기 위해 세 가지 주요 관심사인 분류 시스템의 일치성, SUT와 IOT 프레젠테이션 형식의 조화, 가격 및 평가의 비교 가능성이 고려됩니다.

#### 분류 시스템의 대응

한 가지 주요 고려 사항은 서로 다른 제품 및 산업 분류 시스템이 서로 다른 경제에서 채택될 수 있다는 것입니다. 따라서 경제 전반에 걸쳐 정확히 동일한 디지털 제품과 산업을 식별하려면 이러한 분류 시스템을 면밀히 검사하고 조화시켜야 합니다. 예를 들어 캐나다는 북미 산업 분류 시스템을 사용하고 싱가포르는 자체 싱가포르 표준 산업 분류를 사용합니다. 캐나다의 디지털 경제 추정치와 싱가포르의 추정치 간의 비교 가능성을 보장하려면 서로 다른 두 분류 시스템 간의 정확한 일치가 필요합니다.

또 다른 고려 사항은 SUT 또는 IOT에서 제품 및 산업 분류의 다양한 수준의 분해입니다. 두 경제가 동일한 분류 체계를 채택하더라도 세분화 수준이 동일하지 않은 경우 추가 데이터 조작이 필요합니다.

#### 표 제시 형식의 조화

또 다른 주요 관심사는 각 경제에 대해 SUT 및 IOT가 표시되는 형식의 차이일 수 있습니다. 프레젠테이션 형식은 일반적으로 실제 문제를 제기하지 않지만 분산이 Z 행렬 과 y 벡터에 포함된 값의 차이와 관련될 때 문제가 발생합니다. 예를 들어 일본의 경우 경쟁 수입품이 중간 소비 매트릭스에 포함됩니다.

프레임워크에서 Z 매트릭스에는 국내에서 생산된 입력만 포함됩니다. 따라서 그러한 경우에는 적절한 조정이 이루어져야 합니다.

#### 가격과 평가의 비교 가능성

SUT 및 IOT의 가치는 다른 가격(즉, 현재 가격 또는 고정 가격) 및/또는 다른 평가(즉, 기본 가격, 생산자 가격 또는 구매자 가격)로 표현될 수도 있습니다. 현재 가격의 표는 프레임워크에서 생성된 주요 추정치의 기반입니다. 그러나 실제 변화만 측정되도록 시간 분석을 수행할 때 불변 가격의 테이블도 사용됩니다.

또한 세금, 보조금, 무역 및 운송 마진이 경제의 제품에 비례하여 분배된다고 가정하면 기본, 생산자 또는 구매자 가격으로 평가된 표를 사용하여 계산된 GDP의 백분율로서의 GDPdigital 추정치는 각 제품과 크게 다르지 않아야 합니다. 다른.

그렇지 않으면 경제 또는 시간에 걸쳐 비교할 때 테이블이 동일한 평가를 따르는 것이 좋습니다.

앞서 언급한 내용은 국가 테이블에서 관찰되는 가장 일반적인 차이점입니다.

그러나 특히 불일치가 추정치에 전반적으로 영향을 미치는 경우 다른 문제가 발생할 수 있으므로 적절하게 해결해야 합니다. 가용한 데이터가 주어지면 동일한 방법론이 적용되는 한, 경제별 전체 결과는 비교 분석에 사용될 수 있습니다.

## 제품 및 산업 분해

경제가 SUT 및 IOT에 존재하는 다양한 수준의 제품 및 산업 세분화를 감안할 때 제품 및 산업 분류에 대한 철저한 평가를 수행한 다음 데이터를 적절하게 세분화해야 합니다. 이것은 이 방법론에 대해 식별된 정확한 디지털 활동의 격리가 중요한 원하는 세부 수준보다 낮은 테이블에 대한 주요 문제를 제기합니다. 예를 들어 소프트웨어 퍼블리싱은 종종 모든 퍼블리싱 활동과 결합되며 이는 다른 비디지털 퍼블리싱 활동에서 추출되어야 합니다.

Consing et al. (2020)은 동일한 이론적 프레임워크를 사용한 연구에서 세분화의 기준으로 장점과 단점을 기반으로 여러 데이터 소스를 조사하고 비교했습니다. 표 2는 신뢰도 측면에서 최고에서 최저까지 상위 데이터 소스의 확립된 순위를 나열합니다.

#### 표 2: 섹터 세분화를 위한 데이터 소스

데이터 소스	공적	단점 및/또는 주의 사항
통계청	SUT 구성과 일치하는 매우 신뢰할 수 있는 데이터	데이터의 공개 가용성 또는 질의에 대한 NSO의 응답성
관련 저널 및 출판된 보고서	기본 데이터를 사용할 수 없는 경우 소싱의 대안	일관되고 신뢰할 수 있는 데이터를 찾는 데 시 간이 오래 걸릴 수 있습니다.
공급 테이블	SUT에서 쉽게 사용 가능	섹터 간에 원하는 수준의 세분화가 있는 경우에 만 적용됩니다.
신뢰할 수 있는 데이터 리소스의 운영 수 익 데이터	특정 데이터베이스에 액세스할 수 있는 권한 이 주어지면 즉시 사용 가능	리소스에서 수집한 데이터 양에 따라 제한될 수 있 음
기부자 경제의 데이터	실제 경제의 산업 세분화를 기반으로	두 경제 간의 구조 측면에서 어느 정도의 유사성이 필요합니다.
신뢰할 수 있는 데이터 리소스의 시설 수	특정 데이터베이스에 액세스할 수 있는 권한 이 주어지면 즉시 사용 가능	균질성 가정의 편향

NSO = 통계청, SUT = 공급 및 사용 테이블.

출처: R. Consing III, M. Barsabal, J. Alvarez 및 M. Mariasingham. 2020. 국민계정접근의 종합시스템인 웰니스 이코노미. 아시아개발은행 경제 워킹페이퍼 시리즈. 631. 마닐라: 아시아 개발 은행.

사용 가능한 최상의 데이터 분해 소스를 사용하여 분해 비율은 총 산업 활동(산출)에서 예상 디지털 활동(산출)의 비율로 계산됩니다. 결과 백분율은 IOT의 특정 집계 산업에 해당하는 행과 열 모두의 모든 값에 곱해 집니다.

실제로 두 개의 하위 산업이 전체 산업을 대체하여 원래 IOT의 차원을 확장하지만 전체 측정 및 대칭은 변경 하지 않습니다.

설명을 위해 다음과 같은 2 × 2 IOT가 있다고 가정합니다.

7	산업 1	산업 2	최종 수요	총 생산량
산업 1	z11	z12	f1	x1
산업 2	z21	z22	f2	x2
GVA	gv1	gva2		
총 생산량	x1	x2		

또한 산업 1이 디지털 및 비디지털 하위 부문을 모두 포함하는 종합 부문이라고 가정합니다. 따라서 산업 1을 두 개의 하위 산업으로 분리해야 합니다. 신뢰할 수 있는 출처에서 파생된 다음과 같은 수익 공유가 주어집니다.

 $\alpha$  산업 1의 총 수익에 대한 디지털 산업 1a의 점유율을 나타냅니다.

 $\beta$  이는 산업 1의 총 수익에 대한 비디지털 산업 1b의 점유율을 나타냅니다.

여기서 +대 1,)분해된  $3 \times 3$  IOT는 다음과 같이 얻습니다.

	산업 1a	산업 1b	산업 2	최종 수요	총 생산량
산업 1a	$\alpha\alpha_{z11}$	$\alpha \beta_{z11}$	$\alpha_{z12}$	$\alpha_{\text{f1}}$	$\alpha_{X1}$
산업 1b	βα <sub>z11</sub>	$\beta \beta$ z11	$\beta_{z12}$	$eta_{f1}$	β <sub>x1</sub>
산업 2	α <sub>z21</sub>	$\beta_{z21}$	z22	f2	x2
GVA	agv1	$eta_{\sf gv1}$	gva2		
총 생산량	$a_{x1}$	$\beta_{x1}$	x2		

세분화의 정확성을 보장하기 위해 몇 가지 검사를 구현해야 합니다.

첫째, 결과  $3 \times 3$  IOT는 원래  $2 \times 2$  IOT에서와 같이 총 출력에 대해 대칭이어야 합니다. 둘째, 총 총 산출량은 두 테이블에서 정확히 동일해야 합니다.25 마지막으로, 산업 1a와 산업 1b에 대한 기술 계수의 합은 총 산업 1.26의 기술 계수와 동일해야 합니다 . 이분해 방법은 확장될 수 있습니다. n-산업 환경 으로 .

## 디지털 섹터를 이용한 다지역 입출력 테이블 구축

디지털 경제의 맥락에서 국제 연결, 특히 글로벌 가치 사슬(GVC)을 측정할 때 개별 국가 IOT 대신 신뢰할 수 있는 지역 또는 경제 간 IOT를 사용해야 합니다. 이러한 분석을 수행하는 데 유용한 리소스 중 하나는 아시아 개발 은행에서 생성한 MRIOT(Multiregional Input-Output Tables)입니다. 그러나 디지털 경제에 대한 GVC 분석을 수행하기 전에 주요 장애물은 MRIOT의 집계 수준입니다. 따라서 이 프로젝트의 주요 노력 중 하나는 프레임워크에서 요구되는 수준까지 세분화된 산업으로 이러한 테이블을 구성하는 것입니다.

MRIOT 데이터베이스에는 62개 경제의 생산, 소비 및 무역 연결에 대한 정보와 "나머지 세계"의 통합 경제가 포함되어 있습니다.

각 경제에는 35개의 섹터27 와 5개의 최종 수요 구성 요소가 있습니다 .28 MRIOT는 일반적으로 University of Groningen 에서 처리하는 WIOD(World Input Output Database)를 구성하는 데 사용되는 소스와 방법을 따릅니다.29

엑스! +  $x'' = \alpha x! + \beta x! + x''$   $x! + x'' = (\alpha + \beta)x! + x''$  x! + 엑스'' = 엑스! + 엑스''

26 산업 1a와 1b의 기술 계수의 합이 다음의 기술 계수와 같음을 보여주기 위해 산업 1:

- 27 표 A3.1(부록 3)에는 35개의 MRIO 부문이 요약되어 있습니다.
- 28 5가지 최종 수요 구성 요소에는 가계 최종 소비 지출(FCE), NPISH(가구에 서비스를 제공하는 비영리 기관) FCE, 정부 FCE, 총 고 정 자본 형성 및 재고 변동이 포함됩니다.
- 29 Timmer 등 참조. (2012) WIOD 구축에 대한 자세한 내용은.

<sup>25</sup> 총 생산량이  $2 \times 2$  및  $3 \times 3$  IOT에 대해 동일함을 보여주기 위해:

MRIOT 부문 전기 및 광학 장비(c14), 우편 및 통신(c27), 기계 및 장비 임대 및 기타 비즈니스 활동(c30)에는 프레임워크에서 식별된 디지털 부문이 포함되므로 각각 분리하기 위해 두 개의 하위 부문으로 분할되었습니다. 이러한 디지털 하위 부문. 따라서 이 연구에서는 일반적인 35개 섹터 대신 2017-2019년에 38개 섹터 MRIOT를 사용합니다. 그림 3은 디지털 산업을 고립시킨 결과로 나타난 6개의 새로운 부문을 보여줍니다. MRIOT의 경우 저자는 63개 경제 각각에 대해 3개 부문을 분해해야 했습니다(그림 4).

포스트와 전기 및 광학 M&Eq 및 기타 임대 통신 . 사업 활동 장비 c14 c27 c30 비디지털 비디지털 비디지털 디지털 디지털 디지털 컴퓨터, 전자제 전기, 기계 컴퓨터 및 ICT 서비스 c30.1 M&Eq 임대 및 기타 비즈니 우편 및 택배 품 및 광학 제품 c14.1 통신 c27.1 스 활동 c30.2 및 장치, nec c14.2 c27.2

그림 3: 다중 지역 입출력 테이블에서 디지털 섹터 분리

ICT = 정보 통신 기술, M&Eq = 기계 및 장비, nec = 달리 분류되지 않음. 출처: 디지털 경제 측정 프레임워크 연구 팀의 방법론.

c14, c27 및 c30에서 디지털 구성 요소를 분리하기 위해 여러 데이터 소스를 사용하여 열 및 행 분리기가 생성되었습니다. 열 분해기는 WIOD 및 국가 SUT에서 정보를 수집하여 디지털 구성 요소를 총 산출량, GVA 및 수입 입력으로 분해했습니다. 중간 소비 및 국내 투입을 위한 디지털 구성 요소는 잔여로 계산되었습니다.

한편, 행 분해기는 United Nations Commodity Trade(UN Comtrade) 데이터베이스(2017)31의 광범위한 경제 범주 분류30에 따른 양자 수출입 데이터를 활용했습니다 .31 이 정보는 주식으로 변환되었으며 이후에 행과 열을 분할하는 데 사용되었습니다. MRIO  $63 \times 35$  테이블을  $63 \times 38$  테이블로 그런 다음 저자는 결과 MRIOT 값을 게시된 NSO 수치와 비교하여 데이터 일관성을 확인하고 테이블이 균형 및/또는 대칭인지 확인했습니다.

<sup>30</sup> 광범위한 경제 범주는 중간 사용, 최종 소비 또는 자본재에 속합니다.

<sup>31</sup> Comtrade 데이터베이스는 특히 제품 유형, 분류, 연도 및 무역 흐름의 사양이 다양한 국제 무역 데이터를 제공합니다(UN 2017).

세계의 나머지 В행 경제 A 이코노미 B c1 c2.1 c2.2 c3 c2.1 c2.2 c3 c2.1 c2.2 c3 최종 수요 c1 c1 경제 A c2.1 c2.2 c3 c1 이코노미 B c2.1 c2.2 с3 나머지 c1 세계 c2.1 c2.2 c3 총부가가치 총생 산

그림 4: 다지역 입출력 분해 프로세스 (c2 부문 분해)

RoW = 기타 국가.

참고: Z = 중간 소비 매트릭스, v = 부가가치 벡터, x = 총 생산량 벡터, f = 최종 수요 매트릭스. 출처: 디지털 경제 측정 프레임워크 연구 팀의 방법론.

#### 프레임워크의 하계

이 연구에서 제시된 프레임워크는 전적으로 데이터 기반이며 경제적 및 통계적으로 건전한 접근 방식을 기반으로 하는 것을 목표로 합니다. 데이터 수집 및 분석은 공식적이고 신뢰할 수 있는 출처에서 게시한 보조 데이터에 의존하는 주로 하향식 전략을 채택했습니다. 따라서 다양한 데이터 제한이 발생합니다.

첫째, 세분화된 데이터에 대한 접근성이 종종 제한됩니다. 따라서 높은 수준의 데이터를 세분화하려면 적절한 NSO에 직접 문의하고 필요한 데이터를 외삽하기 위한 하위 방법으로 추가 보완해야 합니다. 사용 가능한 데이터가 있는 경우 사용되는 형식, 구조 및 통계 편집 방법은 경제에 따라 크게 다를 수 있으므로 상당한 양의 데이터 정리 및 처리가 필요합니다.

따라서 모든 데이터의 일관성과 정확성을 보장하는 데 제약이 있습니다.

둘째, 디지털 경제로 정의되는 것의 배제는 완전성의 한계로 해석될 수 있습니다. 이 프레임워크는 디지털 제품의 가능한 가장 좁은 정의를 고려합니다. 예를 들어, 디지털이 아닌 상품의 온라인 판매의 전체 가치는 고려되지 않습니다. 대신, 그러한 거래와 관련된 디지털 제품(또는 이를 생산하는 디지털 산업)의 가치 기여도만 캡처됩니다. 임의의 판단이 필요한 모호성을 피하기 위해 좁은 정의가 사용됩니다. 디지털 제품의 범위는가장 좁은 수준이므로 디지털 부문에 결정적으로 의존하는 부문의 부가가치를 구성하는 디지털 의존 경제는제외됩니다. 그럼에도 불구하고 측정 프레임워크는 이에 대한 계산을 수용할 수 있도록 유연합니다.

# 부록 1: 표준 입출력 표

표준 입출력 테이블(IOT)은 일반적으로 3개의 사분면으로 구성됩니다. 제1사분면은 산업 i (행)에서 산업 j (열)로의 산출물의 산업간 흐름의 행렬인 Z=[zij] 행렬을 포함합니다. 두 번째 사분면에는 y=[yi] 벡터가 포함되며, 이는 산업 i에서 생산물의 최종 소비에 대한 열 벡터입니다. 최종 수요의 벡터는 가계, 가계에 서비스를 제공하는 비영리 기관 및 정부의 총 최종 소비로 구성됩니다. 총 자본 형성. 제3사분면은 산업 j 의 총 부가가치의 행 벡터인 gva'=[gvaj] 벡터를 포함합니다.

표준 IOT의 중요한 기능 중 하나는 대칭입니다. 간단히 말해서, IOT에서 산업의 총 산출량(즉, 행 또는 x'을 따라 중간 소비로 열을 합산 ) 은 산업 및 최종 사용자가 사용하는 총 산출량(즉, 열 또는 x를 따라 행을 합산 )과 같습니다. 표 A1.1은 표준 n-산업 IOT 의 구조를 보여줍니다.

표 A1.1: 표준 산업 입출력 표

		중간 소비	최종	역겨운		
	산업 1	산업 2	•••	산업 n	수요	산출
산업 1						
산업 2		사분면		사분면 II:		
:		類	3H2	엑스		
산업 n						
값 추가	사분면 III: gva'					
총 생산량	ØŽ.					

		최종	역겨운			
	산업 1	산업 2		산업 n	수요	산출
산업 1	z11	z12		z1n	y1	x1
산업 2	z21	z22		z2n	y2	x2
÷	:	:	٠.	:	:	:
산업 n	zn1	zn2		znn	~에	xn
값 추가	gv1	gva2		그반		
총 생산량	x1	x2		xn		

출처: 디지털 경제 측정 프레임워크 연구 팀 구성.

IOT의 대칭성은 모든 경제에서 순환 흐름 자원의 조직화된 시각적 모델을 제공합니다. 수학적 관점에서 유사하게 조직화되었지만 더 간결한 방식으로 접근할 수 있는 방법을 아래에서 보여줍니다.

표 A1.1의 IOT에서와 같이 n개의 산업이 있는 경제를 고려하십시오. 각 산업 i는 자체 산출물 xi를 생산합니다. 여기서  $i=1,2,\cdots$ , n입니다. **객정에 산업식품** 제공**하는 1개(5학) 제공하는 1개(5학)** 

엑스! = 
$$z!$$
" +  $z!$ # + ··· +  $z!$ \$ +  $y!$ , = 1, 2, ··· . , (1)

방정식 (1)이 n 방정식 의 시스템임을 감안할 때 방정식 (2)에서 행렬 표기법으로 표현합니다.

j 가 사용하는 산업 i의 산출량 과 산업 j의 산출량 사이의 비율을 설명하기 위해 기술 계수 aij를 도출합니다. 즉, aij = zij/xj 입니다 . Leontief 통찰력에 따라 각 aij는 회계 기간 동안 변하지 않는 것으로 가정합니다. zij를 aij 로 표현하면 방정식 (1)의 총 생산량은 다음과 같습니다.

다음과 같이 다시 표현할 수 있습니다.

120 부록 1

식 (3) 재배열:

$$=+ \rightarrow -= \rightarrow (-)=$$

I – A가 비특이 라고 가정하면 기본 Leontief 항등식을 갖습니다.

우리는 (I - A)-1을 Leontief 역으로 참조하며 특정 기간 동안 최종 수요를 충족하기 위해 각 산업의 총 생산량 요구 사항을 제공합니다. 방정식 (4)의 x는 표준 n-산업 IOT 에서 정확히 동일한 총 생산량 x 의 벡터를 생성합니다 . 따라서 식 (4)를 통해 Table A1.1을 수학적으로 표현할 수 있다.

참조:

R. 밀러와 P. 블레어. 2009. 입출력 분석: 기초 및 확장. 케임브리지: 케임브리지 대학 출판부.

# 부록 2: 행렬 집계

 $4 \times 4$  입력 행렬 Z가 있다고 가정합니다.

z"! z"" z"# z"\$

\[ \tau | \ta

집계 행렬의 차원은  $[n-(q-1)] \times n$ 이며, 여기서 n은 원래 산업 수이고 q는 하나의 부문으로 집계할 산업 수입니다.

따라서 두 산업을 통합하려면  $(4-2+1) \times 4$  또는  $3 \times 4$  집계 매트릭스가 필요합니다. 열 벡터를 집계하려면 집계 행렬을 사전 곱하기만 하면 되는 반면 행렬 (이 경우 Z )은 집계 행렬 및 해당 전치를 각각 사전 및 사후 곱해 야 합니다. Q가 집계 행렬을 나타내 도록 하면 다음 단계는 다음 방정식으로 제공됩니다.

i... = #

애그리게이터 매트릭스 이면의 논리는 몇 가지 예를 통해 설명합니다. 산업 1과 2를 집계하려면 다음 집계 행렬이 필요합니다.

> 1100 0010 = #0001

산업 1 및 3의 경우:

1010 0100 = #0001

산업 1 및 4의 경우:

1001 0100 = #0010

산업 2 및 3의 경우:

1000 0110 =#0001

그리고 산업 2와 4의 경우:

1000 0101 = #0010 산업 1과 2를 통합할 때 Q 의 첫 번째 행의 내용은 첫 번째 산업을 다른 산업과 통합해야 하는지 여부에 따라 달라집니다. 1과 2가 집계되므로 첫 번째와 두 번째 열의 항목은 1의 값을 갖습니다.

산업 1이 해당 산업과 그룹화되지 않으므로 세 번째 및 네 번째 열의 항목은 0으로 설정됩니다. 두 번째 행에서 산업 3에 해당하는 세 번째 열의 항목만 1로 설정됩니다. 산업 3은 다른 산업과 그룹화되지 않기 때문입니다. 마지막으로 처음 3개 산업을 설명한 후 Q 의 세 번째 행은 산업 4가 다른 산업과 그룹화되는 지 여부에 따라 변경되어야 합니다. 그렇지 않기 때문에 네 번째 열의 항목만 1로 설정되고 나머지는 모두 0으로 설정됩니다.

산업 1과 3을 집계할 때 Q의 첫 번째 행에 있는 항목은 첫 번째 산업이 다른 산업과 집계되는지 여부에 따라 달라집니다. 1과 3은 함께 그룹화되므로 첫 번째와 세 번째 열의 항목은 1로 설정되고 두 번째와 네 번째 열은 0으로 설정됩니다. 산업 2가 아직 설명되지 않았으므로 두 번째 행은 산업 2가 다른 산업과 그룹화되는지 여부를 고려해야 합니다. 그렇지 않기 때문에 두 번째 열은 1로 설정되고 다른 모든 항목은 0으로 설정됩니다. 마지막으로 산업 1, 2, 3이 이미 설명되었으므로 Q의 세 번째 행은 산업 4가 다른 산업과 그룹화되는지 여부를 고려해야 합니다. 그렇지 않기 때문에 네 번째 열은 1로 설정되고 다른 모든 열은 0으로 설정됩니다.

따라서 IOT(입력-출력 테이블)의 산업 순서는 집계 매트릭스를 사용할 때 매우 중요합니다. 열은 여전히 IOT의 정확한 산업 순서에 해당하지만 산업이 함께 그룹화될 때마다 행이 조정됩니다. 그러나 Q 의 행에 값을 입력하는 것은 여전히 IOT의 산업 순서를 기반으로 하며, 산업이 이전에 등장한 다른 산업과 이미 묶였을 때 건너뛰기가 발생합니다.

표 A4.2: 모든 경제 활동 개정 4의 국제 표준 산업 분류에 따른 주요 디지털 산업

주요 활동 그룹	암호	산업	
하드웨어	2620	컴퓨터 및 주변기기 제조업	
	2680	자기 및 광학 매체 제조	
소프트웨어 퍼블리싱	5820	소프트웨어 퍼블리싱	
웹 게시	6312	웹 포털	
통신 서비스	61	통신 서비스	
전문화 및 지원 서비스	62	컴퓨터 프로그래밍 서비스, 컨설팅 및 기타 관련 서비스	
	6311	데이터 처리, 호스팅 및 관련 활동	

출처: 유엔. 2008. 모든 경제 활동의 국제 표준 산업 분류(ISIC), Rev. 4. 뉴욕: 유엔.

표 A4.3: ADB 다지역 입출력 35개 부문 분류

암호	부문	암호	부문
c1	농업, 수렵, 임업, 어업	c19	자동차 및 오토바이의 판매, 유지 및 수리 연료 소매 판매
c2	채광 및 채석	c20	자동차 및 오토바이를 제외한 도매 무역 및 위탁 무역
c3	음식, 음료 및 담배	c21	소매업(자동차 및 오토바이 제외) 생활용품 수리
c4	섬유 및 섬유 제품	c22	호텔 및 레스토랑
c5	가죽, 가죽 제품 및 신발	c23	내륙 운송
c6	목재 및 목재 및 코르크 제품	c24	수상 운송
<b>c</b> 7	펄프, 종이, 종이 제품, 인쇄 및 출판	c25	항공 운송
c8	코크스, 정제된 석유, 핵연료	c26	기타 지원 및 보조 운송 활동 여행사 활동
с9	화학 제품 및 화학 제품	c27	우편 및 통신
c10 고두	및 플라스틱	c28	금융 중개
c11	기타 비금속 광물	c29	부동산 활동
c12	기본 금속 및 가공 금속	c30	M&Eq 임대 및 기타 사업 활동
c13	기계, NEC	c31	공공 행정 및 방위; 강제 사회 보장
c14 전기	및 광학 장비	c32	교육
c15	운송 장비	c33	건강 및 사회 사업
c16	제조, NEC; 재활용	c34	기타 커뮤니티, 소셜 및 개인 서비스
c17	전기, 가스, 수도	c35	고용인이 있는 개인 가정
c18	건설		

M&Eq= 기계 및 장비, nec= 달리 분류되지 않음. 출처: 아시아개발은행 다지역 입출력 데이터베이스.