

Information and Communication Technologies in a Multi-sector Endogenous Growth Model

Evangelia Vourvachaki

Non Technical Summary

Current research on economic growth examines the sources of aggregate growth at a finer level of production. In this spirit, empirical studies of the sources growth for the United States economy, in the post-1970 period identify the Information and Communication Technologies (ICT) producing sector as the source of aggregate TFP growth, despite its small value added and employment share. Also, the most important source of United States growth was the accumulation of both ICT and non-ICT-capital, especially during the 1990s. These growth accounting results are based on tracing the use of ICT goods (e.g., semiconductors) and flows as capital or intermediates across production units that differ in their inputs' composition.

This paper analyzes in a theoretical framework the role of commodities' flows across production units as a mechanism through which a major technology's growth is spread to the rest of the economy. It shows how the interaction of sectors with different growth potential affects their final output and long-run aggregate economic performance. The model's predictions are shown to be broadly consistent with the United States growth experience.

In relation to ICT, this paper shows that it is important to disaggregate the economy into three sectors, based on the criteria of ICT production and intensive use. The first sector produces ICT. The second sector uses ICT-capital (e.g., computers) to produce intermediate goods (e.g., general purpose machinery or wholesale trade) for itself, and for the third sector, which does not use ICT (e.g., food production or hairdressers).

The growth mechanism is illustrated in the following example. When a new microprocessor is produced, it is embodied in computers. These higher quality computers are used in the production of machinery, that can in turn become available at a lower price. The electric appliances that is part of this production is used by wholesalers, as well as by food producers or hairdressers. Even though the hairdressers do not use directly ICT, they benefit indirectly from its advances because it lowers their costs. Therefore, innovations in ICT provide incentives for capital deepening in the entire economy through falling capital and intermediates' costs. This is despite the fact that the direct users of ICT, like wholesalers, face relatively high costs in trading food products. Importantly, the wholesalers need the food producers in their production and vice versa, while consumers derive utility by consuming all goods: food, hairdressers or electric appliances.

This paper shows that this mechanism is endogenously sustained in a long-run constant growth path with constant capital-output and consumption-output ratios, when both the ICT-using and non-ICT-using sectors are essential for the production of both consumption and intermediate goods. On this path, sectorial output growth rates differ. The ICT-producing

sector exhibits the fastest growth, followed by the ICT-using one and then the rest of the economy.

The higher is the contribution of the ICT-using sector into the production of intermediates, the higher is the non-ICT-using sector's growth from the accumulation of non-ICT-capital, but the more the ICT-using sector's growth falls short of its full potential (i.e., ICT growth). Also, the higher is the contribution of the ICT-using sector into the production of consumption goods, the higher is aggregate consumption growth due to the decreasing opportunity cost of consuming its goods. The contribution of the ICT-using sector into the production of consumption or intermediates matters not only for the strength of the growth transmission mechanism, but also for the growth engine itself because it affects the allocation of resources in the economy. The results highlight how the ICT-using sector's goods use interacts with the market frictions to have a long-run aggregate impact.

Non Technical Summary

Empirické poznatky o zdroji růstu US ekonomiky v období po roce 1970 identifikují sektor informačních a komunikačních technologií (ICT) jako zdroj agregátního TFP růstu nehladě na jeho malou přidanou hodnotu a podíl zaměstnání. Rovněž akumulace jak ICT tak i ne-ICT kapitálu byla důležitým faktorem růstu US ekonomiky a to obzvláště v devadesátých letech. Tento růst je především vysledovatelný v použití ICT produktů (polovodiče) a toku kapitálu, popř. meziproductů, přes jeho produkční jednotky.

Tento článek teoreticky analyzuje roli toku komodit přes produkční jednotky jako mechanismus, díky němuž se růst v technologiích dostane i do ostatních částí ekonomiky. Model ukazuje, jak interakce mezi sektory s různým potenciálem růstu ovlivní jejich finální stav a dlouhodobý ekonomický výkon. Předpovědi modelu se zdají být v souladu s pozorovaným US růstem.

Abychom správně započítali všechna fakta o růstu, musíme rozdělit ekonomiku do tří sektorů. První sektor produkuje ICT. Druhý využívá ICT kapitál (počítače) k produkci meziproductů (obecné nástroje či velkoproděj) pro sebe nebo pro třetí sektor, který ICT vůbec nepoužívá (produkce jídla či kadeřníci).

Mechanismus růstu je ilustrován na následujícím příkladě. Když vyprodukujeme nový mikroprocesor, je zabudován do počítače. Tyto výkonnější počítače jsou použité v nových výrobních mašinách, které po té mohou být dostupné za nižší cenu. Tyto velké výrobní mašiny jsou používané velkoproducenty stejně jako výrobci jídla či kadeřníci. Ačkoli kadeřníci přímo nepoužívají ICT, těží z něj výhody. Tudiž inovace v ICT poskytují podněty k prohloubení kapitálu v celé ekonomice kvůli poklesu cen meziproductů. K tomuto dochází i přes fakt, že přímý uživatelé ICT, např. velkoprodějci, čelí relativně vysokým cenám v obchodování s potravinovými produkty. Důležité ale je, že velkoprodějci potřebují producenty jídla a naopak, zatímco spotřebitelé získávají užitek z konzumování všeho zboží.

Tento článek ukazuje, že tento mechanismus je vnitřně udržitelný v dlouhodobě konstantní růstové strategii s konstantním poměrem kapitálu k výstupu a spotřebou k výstupu, když oba ICT používající a nepoužívající sektory jsou důležité pro produkci spotřebního zboží i meziproductů. V této strategii se růst výstupu liší po sektorech, přičemž ICT produkující sektor roste nejvíce, následuje ho ICT používající sektor, a pak zbytek ekonomiky.

Čím vyšší je příspěvek ICT využívající sektoru v produkci meziproductů, tím vyšší je růst sektoru nevyužívajícího ICT z akumulace ne-ICT kapitálu, ale tím více ICT využívající sektor přichází o svůj růstový potenciál. Rovněž čím vyšší je příspěvek ICT využívajícího sektoru koproducti spotřebního zboží, tím vyšší je růst celkové spotřeby díky sníženým nákladům vedlejších příležitostí spotřeby jejího zboží. Příspěvek ICT využívajícího sektoru na produkci spotřebního zboží či meziproductů není důležitý jen kvůli přenosovému mechanismu, ale i kvůli jeho roli jako zdroje růstu, protože ovlivňuje alokaci zdrojů v ekonomice. Výsledky ukazují, jak použití zboží ze sektoru využívajícího ICT interaguje s tržními nedokonalostmi, a tak působí dlouhodobý dopad.