THE GROWTH OF LOW SKILL SERVICE JOBS AND THE POLARIZATION OF THE U.S. LABOR MARKET

小组成员： 陈佳怡 何润忻 郇凌雨 王张浩宇 张浩冉

2021.06.08

ESSAY STRUCTURE

I. Authors and Abstract

II. Closed Economy Model

- Model setting
- Asymptotic labor allocation
- Asymptotic wage inequality

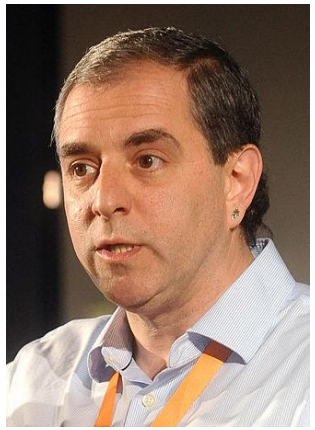
III. Spatial Equilibrium

- Model setting
- Spatial equilibrium condition

IV. Empirical Analysis

- Data sources and measurements
- Main results: A、B、C

AUTHOR



- **David H. Autor (born c. 1967)**
- ✓ An American economist
- ✓ A professor of economics at the Massachusetts Institute of Technology (MIT)
- ✓ A co-director of the School Effectiveness and Inequality Initiative.
- ✓ Although Autor has contributed to a variety of fields in economics his research generally focuses on topics from labor economics.

- **David Dorn**
- ✓ A Swiss economist
- ✓ A UBS Professor of Globalization and Labor Markets at the University of Zurich.
- ✓ His research focuses on the interplay between globalization and labor markets. In 2014, his research was awarded the Excellence Award in Global Economic Affairs by the Kiel Institute for the World Economy.

ABSTRACT

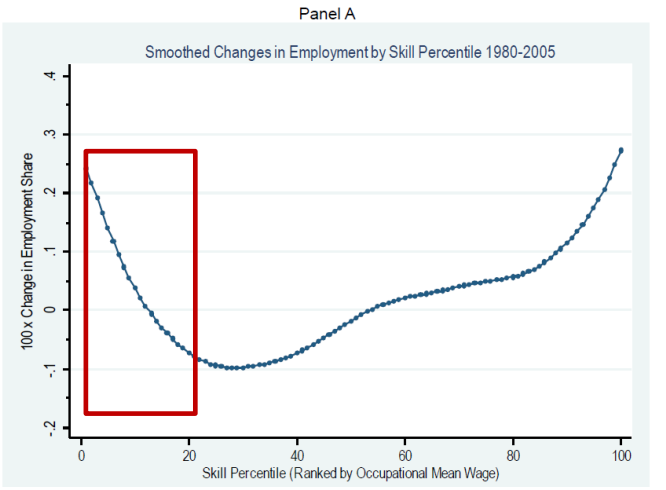
- 发达国家工人工资不平等现象的原因是什么?

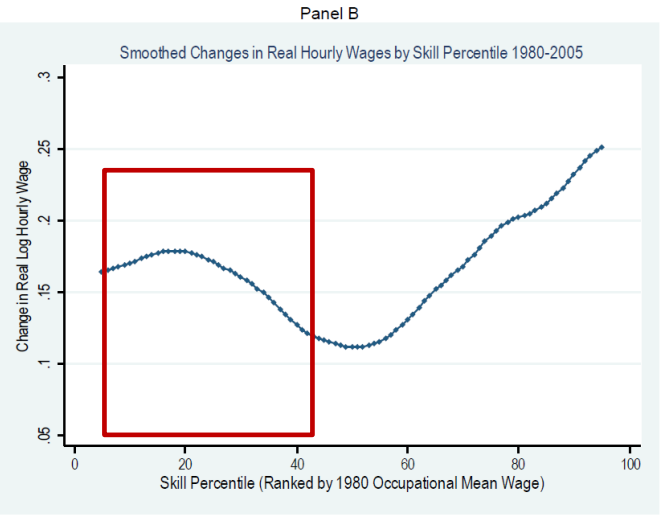
  规范模型Acemoglu 和Autor (2011):科技进步

- 非单调就业增长与非单调工资变化:

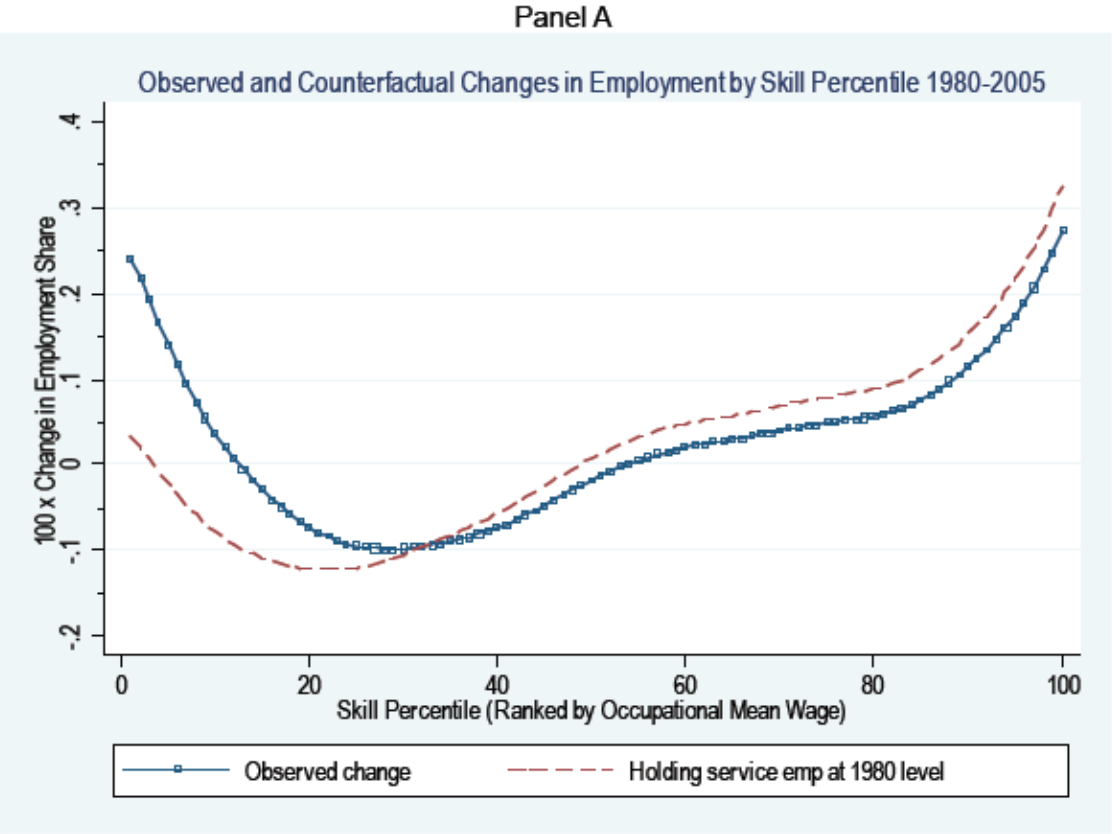
  规范模型无法解释低技能工人就业和工资的增长

- 本文认为，就业和收入分配的较低尾部的扭曲主要是由服务业的就业和工资上升引起





通过计算一个反事实情景，将服务业的就业和工资保持在1980年的水平（红色虚线），突出了服务业对总体就业和工资两极化的贡献



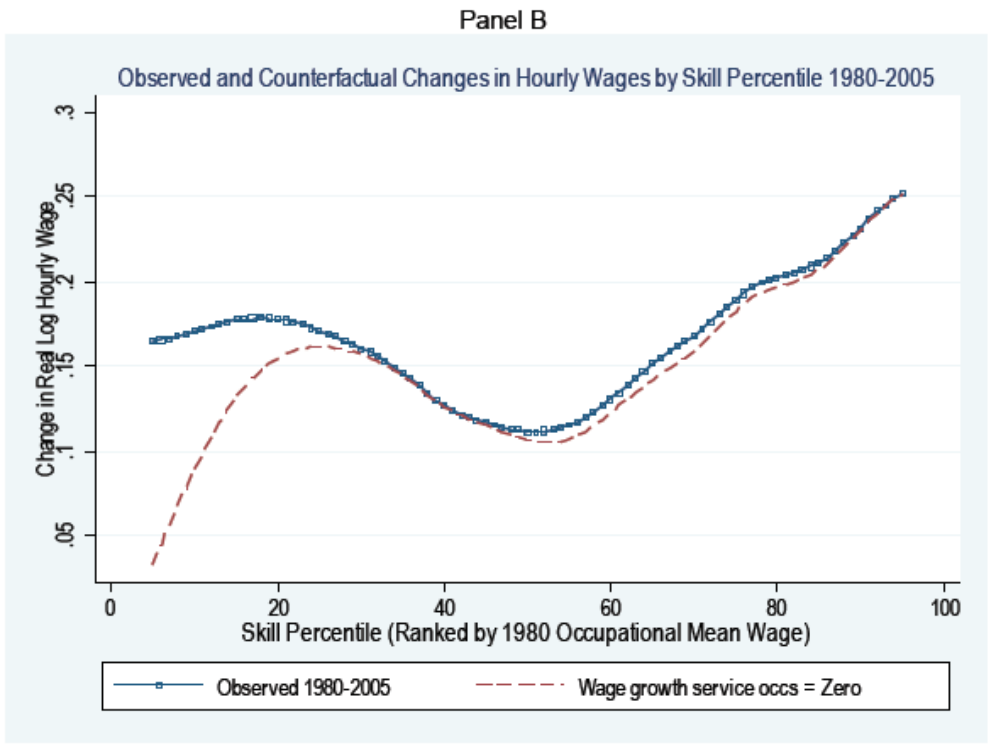
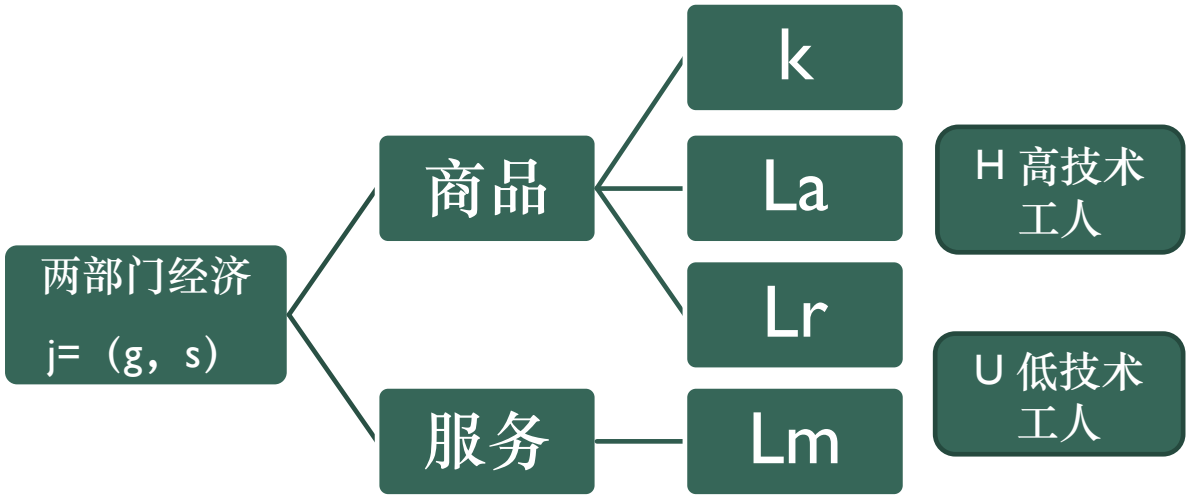


Figure 2.
Smoothed Changes in Employment (Panel A) and Hourly Wages (Panel B) by Skill Percentile, 1980-2005.

I. CLOSED ECONOMY MODEL——MODEL SETTING



- 商品生产 $Y_g = L_\alpha^{1-\beta}[(\alpha_r L_r)^\mu + (\alpha_k K)^\mu]^{\frac{\beta}{\mu}}$

  $\beta,\mu\in(0,1)$ 替代弹性$\sigma_r = 1/(1-\mu)$

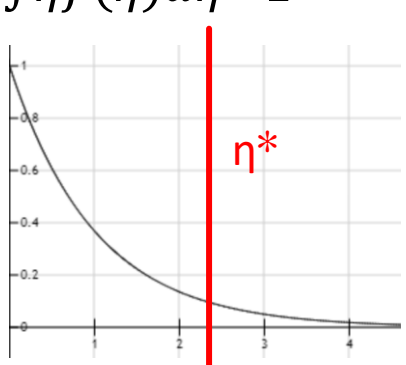
- 服务生产 $Ys=\alpha sLm$

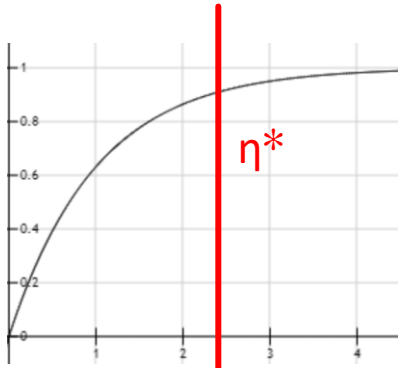
  $\alpha s>0$是效率参数 将αs标准化为1

假设：H型工人全部生产商品，U型工人在提供服务时拥有同类技能，提供商品时具有异质性技能。η 等于工人在日常工作中的技能，以效率单位衡量，具有密度和分布函数 f (η) 和 F(η)

$f(\eta) = e^{-\eta}$呈指数分布

$\int \eta f(\eta) d\eta = 1$





U型工人$wr(t)\times\eta i \geq wm(t)$ 时才提供日常工作

MODEL SETTING

资本的提供：

$$\mathrm{K} = \frac{Y_k(t)e^{\delta t}}{\theta}$$

$Y_k(t)$：再投入生产资本的商品价值
δ>0：生产率增长的速率
$\theta=e^{\delta}$：效率参数

$$p_k(t) = \frac{Y_k}{K} = \theta e^{-\delta t}.$$

$$p = MC$$

消费者的效用：

$$u = \left(c_s^{\rho} + c_g^{\rho}\right)^{\frac{1}{\rho}}, where\ \rho < 1.$$

消费替代弹性为$\sigma_c = \frac{1}{1-\rho}$

PLANNER'S PROBLEM

$$\max_{K,\eta}\left(C_s^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}+C_g^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}\right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$$

$$s.t.\, C_g = Y_g - p_k(t)K$$

$$C_s = Y_s = L_m = 1-\exp(-\eta^*)$$

$$where\ Y_g = L_a^{1-\beta}X^{\beta}$$

$$X \equiv [(\alpha_r L_r)^{\mu}+(\alpha_k K)^{\mu}]^{\frac{1}{\mu}}$$

$$L_r = (\eta^*+1)\exp(-\eta^*)$$

$$L_a = 1$$

$$\max_{K,L_m}\left(L_m^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}+(Y_g-p_k(t)K)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}\right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$$

where $Y_g = X^{\beta}$ and $L_r = g(L_m) \equiv (1-\log(1-L_m))(1-L_m)$

$$F.O.C$$

$$\frac{\partial Y_g}{\partial K} = p_k(t)$$

$${L_m}^{-1/\sigma} = (Y_g - p_k K)^{-1/\sigma}\frac{\partial Y_g}{\partial X}\frac{\partial X}{L_r}g'(L_m)$$

$$g'(L_m) = \log(1-L_m) = -\eta^*$$

LABOR

稳态Y_g不变，$\frac{\partial Y_g}{\partial K} = p_K$，　$p_K \to 0$ only if K $\to \infty$ ： $\lim_{t\to\infty} K(t) = \infty$

由一阶条件（3）得：

$$(L_m^*)^{-\frac{1}{\sigma}} = \kappa_1^{-\frac{1}{\sigma}} \kappa_2 K^{\frac{\beta-\mu-\beta}{\sigma}} L_r^{\mu-1} (-\log(1-L_m^*))$$

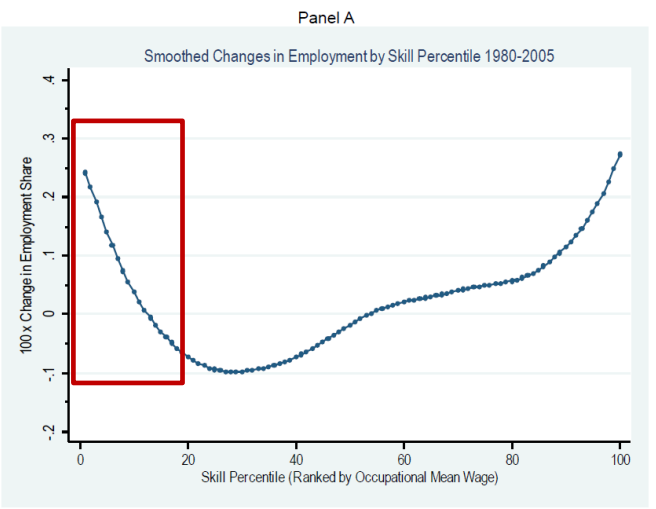
其中：　$\kappa_1 \equiv (1-\beta)\alpha_k^{\beta-\mu}$

$\kappa_2 \equiv \alpha\beta\alpha_k^{\beta-\mu}{}_r^{\mu}$

$$L_m^* = \begin{cases} 1 & if \ \frac{1}{\sigma} > \frac{\beta-\mu}{\beta} \\ \bar{L}_m \in (0,1) & if \ \frac{1}{\sigma} = \frac{\beta-\mu}{\beta} \\ 0 & if \ \frac{1}{\sigma} < \frac{\beta-\mu}{\beta} \end{cases} \qquad (9)$$

LABOR

$$L_m^* = \begin{cases} 1 & if\ \frac{1}{\sigma} > \frac{\beta-\mu}{\beta} \\ \bar{L}_m \in (0,1) & if\ \frac{1}{\sigma} = \frac{\beta-\mu}{\beta} \\ 0 & if\ \frac{1}{\sigma} < \frac{\beta-\mu}{\beta} \end{cases}$$



$p_K \to 0 \quad K \to \infty \quad \mathrm{p_g} \downarrow$

供给： $L_m \leftarrow (\frac{1}{1-\mu}) \to K$

$\uparrow\downarrow$

L_r

若 $\frac{1}{1-\mu} \to \infty$，K↑， $L_\mathrm{r} = 0,\ L_m = 1$

需求： $C_\mathrm{g} \leftarrow \sigma \to C_s$

若$\sigma \to \infty$， $p_K \to 0$, $\mathrm{p_g} \downarrow$, $C_\mathrm{g} \uparrow, L_\mathrm{r} = 1,\ L_m = 0$

σ为消费替代弹性（服务与商品），$\frac{1}{1-\mu}$为生产要素替代弹性（资本与低技能工人）。简化分析假设β=I。

当$\frac{1}{\sigma} > \frac{\beta-\mu}{\beta}$时，即消费替代弹性＜生产要素替代弹性，，劳动力流向服务业；

WAGE

$$\lim_{t\to\infty} K(t) = \infty. \quad \lim_{t\to\infty} X/\alpha_k K = 1.$$

$$X \sim \alpha_k K, \qquad Y_g \sim \alpha_k^{\beta} K^{\beta}, \qquad p_k K \sim \beta \alpha_k^{\beta} K^{\beta}, \qquad C_g \sim \kappa_1 K^{\beta}$$

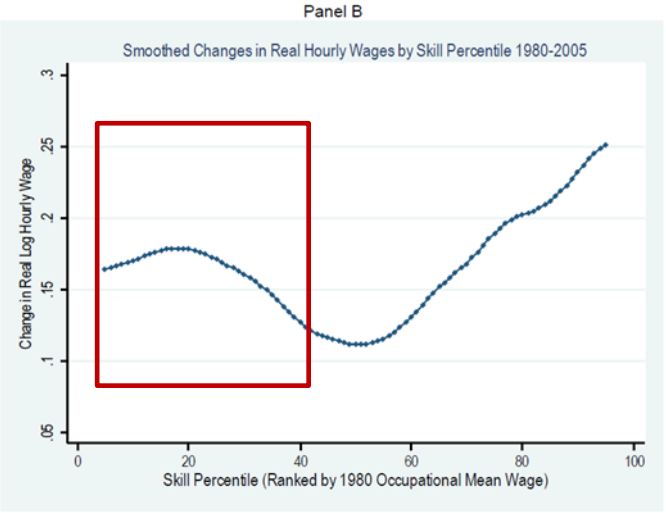
完全竞争:

$$w_a = \frac{dY_g}{dL_a} = (1-\beta) Y_g \sim \kappa_1 K^{\beta}$$

$$w_r = \frac{\partial Y_g}{\partial X}\frac{\partial X}{\partial L_r} = \beta X^{\beta-\mu} \alpha_r^{\mu} g(L_m)^{\mu-1} \sim \kappa_2 K^{\beta-\mu} g(L_m)^{\mu-1}$$

$$w_m = p_s = \left(\frac{C_s}{C_g}\right)^{-\frac{1}{\sigma}} = (L_m)^{-\frac{1}{\sigma}} C_g^{-\frac{1}{\sigma}} \sim (L_m)^{-\frac{1}{\sigma}} \kappa_1^{\frac{1}{\sigma}} K^{\frac{\beta}{\sigma}}$$

WAGE



$w_m = w_r\eta^* = w_r(-\log(1 - L_m^*))$ —— 无差异条件

通过

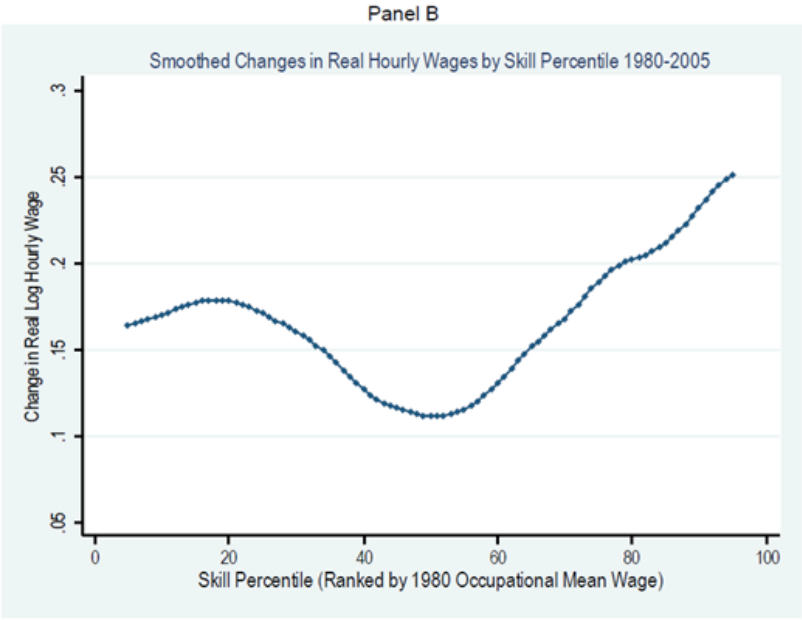
$$L_m^* = \begin{cases} 1 & if\ \frac{1}{\sigma} > \frac{\beta-\mu}{\beta} \\ \bar{L}_m \in (0,1) & if\ \frac{1}{\sigma} = \frac{\beta-\mu}{\beta} \\ 0 & if\ \frac{1}{\sigma} < \frac{\beta-\mu}{\beta} \end{cases} \Rightarrow \frac{w_m}{w_r} = \begin{cases} \infty & if\ \frac{1}{\sigma} > \frac{\beta-\mu}{\beta} \\ -\log(1 - L_m^*) & if\ \frac{1}{\sigma} = \frac{\beta-\mu}{\beta} \\ 0 & if\ \frac{1}{\sigma} < \frac{\beta-\mu}{\beta} \end{cases}$$

当$\frac{1}{\sigma} > \frac{\beta-\mu}{\beta}$时，即消费替代弹性 < 生产要素替代弹性，服务业低技术工人工资 > 生产商品的工人工资，发生极化。

WAGE

$$\frac{w_a}{w_m} \sim \frac{\kappa_1 K^{\beta}}{(L_m)^{-\frac{1}{\sigma}} \kappa_1^{\frac{1}{\sigma}} K^{\frac{\beta}{\sigma}}} = \kappa_1^{1-\frac{1}{\sigma}} L_m^{\frac{1}{\sigma}} \mathrm{K}^{\beta\left(1-\frac{1}{\sigma}\right)}$$

$$\frac{w_a}{w_m} = \begin{cases} 0 & if \quad \sigma < 1 \\ 1 & if \quad \sigma = 1 \text{ , } where \ \frac{1}{\sigma} > \frac{\beta - \mu}{\beta} \\ \infty & if \quad \sigma > 1 \end{cases}$$



消费弹性小等于1时，即商品服务互补，高技能工人劳动工资相对服务业工资恒等或下降。

III. SPATIAL EQUILIBRIUM

Closed Economy Model

⇩

考虑一系列地区j

其差异体现在**βj：intensity of routine task**

$\beta j^{\max}$对应地区$j^{\max}$， βj^{min}对应地区j^{min}

简化：每个地区的βj不同

⇩

Spatial Equilibrium Setting

Two simplifications:

I.消费弹性σ=1——就业极化、工资极化

II.仅高技能劳动力在地区间流动

【基于Topel 1986; Bound and Holzer 2000; and Notowidigdo 2011】

——经确认，低技能劳动力的流动与高技能劳动力流动有质量上类似的结果。

III. SPATIAL EQUILIBRIUM

Conclusion：

高技能工人的实际工资：大幅上升

高技能工人的大量流动：基于“computer capital的差别应用”+“computer capital与L_a的互补”

——高技能劳动力市场的（渐近）空间均衡：

$K_j(t)$以固定比率$g_{K,j}$持续增加，$L_{a,j}(t)$以固定比率$g_{L,j}$持续减少（$j \neq \bar{j}$），高技能劳动力集聚到$\bar{j}$地区

↓ $g_{K,j}$的表达式

↓ $g_{L,j}$的表达式

↓ $\bar{j}$地区的特征

III. SPATIAL EQUILIBRIUM

模型设定：

I. 渐近平衡中的要素描述：$\{L_{a,j}(t), L_{m,j}(t), K_j(t)\} and \{w_{m,j}(t), w_{a,j}(t), p_{s,j}(t)\}$

a: abstract——对应高技能工人　m:manual——对应低技能工人中从事服务业的工人

j——表示地区

II. CES效用函数：$\left(C_{s,j}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + C_{g,j}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}\right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$

III. 综合价格指数：$P_j(t) = \left(p_{s,j}(t)^{1-\sigma} + 1\right)^{\frac{1}{1-\sigma}}$　**(18)**　　【将$p_{g,j}(t)$标准化为1】

IV. 生产函数：$Y_{g,j} = L_a^{1-\beta j}\left[(\alpha_r L_r)^{\mu} + (\alpha_k K)^{\mu}\right]^{\frac{\beta j}{\mu}}$

【低技能工人的生产函数是CES函数，整体生产函数是CD函数】

III. SPATIAL EQUILIBRIUM

均衡情况：

I.高技能劳动力市场的空间均衡条件：

$$L_{a,j}(t) > 0 \; only \; if \; \frac{w_{a,j}(t)}{P_j(t)} = \frac{w_{a,j}\max(t)}{P_j max(t)} \quad (19)$$ ——各地区高技能工人的实际工资一致

影响高技能劳动力流动的两个因素：

$w_{a,j}(t)$的增长激励工人转移至j **VS** $P_j(t)$的上涨促使工人离开j

II. 地理均衡：

A. 低技能劳动力的当地市场均衡 【即封闭经济均衡模型】

B. 高技能劳动力市场的空间均衡

III. SPATIAL EQUILIBRIUM

（渐近）空间均衡的4个假设 （20）：

$$\frac{\dot{K}_j(t)}{K_j(t)} = g_{K,j}\ for\ some\ g_{K,j} > 0, for\ each\ j$$

$$L_{m,j}(t) \to 1$$

$$L_{a,\bar{J}}(t) \to L_a \equiv \sum_j L_{a,j}. for\ one\ region\ \bar{J}\ \left(in\ particular, g_{L,\bar{J}} = 0\right)$$

$$\frac{\dot{L}_{a,j}(t)}{L_{a,j}(t)} = g_{L,j}\ for\ some\ g_{L,j} < 0, for\ each\ region\ j \neq \bar{J}$$

III. SPATIAL EQUILIBRIUM

$\frac{\dot{K}_j(t)}{K_j(t)} = g_{K,j}\ for\ some\ g_{K,j} > 0, for\ each\ j$——资本以固定比率增长

解释：

①各地区资本增长——由于$p_K(t) \to 0$，即要素充裕必然伴随着要素价格的下降。

②资本以固定比率增长——根据封闭经济模型中的分析可知。

$L_{m,j}(t) \to 1$——就业极化，即全部低技能工人渐近分配至服务业

解释： 基于$\sigma = 1$的假设，结合封闭经济模型中的分析可得。

III. SPATIAL EQUILIBRIUM

$$L_{a,\bar{J}}(t) \to L_a \equiv \sum_j L_{a,j}. for\ one\ region\ \bar{J}\ \left(in\ particular, g_{L,\bar{J}} = 0\right)$$

——所有高技能工人渐近集聚到$\bar{J}$地区，该地区高技能劳动力增长率→0

$$\frac{\dot{L}_{a,j}(t)}{L_{a,j}(t)} = g_{L,j}\ for\ some\ g_{L,j} < 0, for\ each\ region\ j \neq \bar{J}$$

——非$\bar{J}$地区的高技能工人以固定比率减少

解释：基于观察“其他所有要素都在渐近地以固定增长率增长”，这说明劳动力增长率也固定。

在渐近平衡过程中，所有高技能劳动力渐近集聚于一个地区，其他地区以固定比率失去劳动力。

【考虑到实际中各个地区存在差异，排除“所有地区都有高技能劳动力，且数量保持恒定”的情况】

高技能劳动力集聚地$\bar{J}$有异于其他区域的特征，使得它吸引所有高技能劳动力。

III. SPATIAL EQUILIBRIUM

推导$g_{K,j}$与$g_{L,j}$的表达式

猜想产出增长率＞0:

$$g_{Y,j} \equiv g_{L,j}(1-\beta_j) + \beta_j g_{K,j} > 0 \; for \; each \; j \quad (21)$$

（21）式的直觉：CD生产函数

→ $Y_{g,j}(t)$和$C_{g,j}(t)$都渐近正增长

应用封闭经济模型的均衡结果（22）：

$$X_j(t) \sim a_k K_j(t)$$

$$p_k(t)K(t) \sim \beta L_{a,j}(t)^{1-\beta}\left(\alpha_k K_j(t)\right)^{\beta}$$

$$C_{g,j}(t) \sim \kappa_1 L_{a,j}(t)^{1-\beta}\left(\alpha_k K_j(t)\right)^{\beta}$$

III. SPATIAL EQUILIBRIUM

推导$g_{K,j}$与$g_{L,j}$的表达式

【以$C_{g,j}(t)$为例： $C_{g,j}(t)\sim\kappa_1 L_{a,j}(t)^{1-\beta}\left(\alpha_k K_j(t)\right)^{\beta}$

两边取对→ln $C_{g,j}(t)$=ln κ_1+(1-β)ln $L_{a,j}(t)$+ βln α_k+ βln $K_j(t)$

两边取全微分→d(ln $C_{g,j}(t)$)=d[(1-β)ln $L_{a,j}(t)$]+d(βln $K_j(t)$)

→ $g_{C_g,j}=g_{L,j}(1-\beta)+\beta g_{K,j}=g_{Y,j}$ 】

→ $C_{g,j}(t)$、 $Y_k(t)$=$p_k(t)K(t)$ 以$g_{Y,j}$的比率增长

→ $g_{K,j}=g_{Y,j}+\delta$

代入（21）得： $g_{K,j}=g_{L,j}+\frac{\delta}{1-\beta_j}$ (23) 【 $g_{L,j}<0, for\ each\ region\ j\neq\bar{j}$】

（23）式的直觉：

①由于高技能工人转移，资本增长率会下降（资本与高技能工人为互补品）。

②随着技术进步（体现在δ），资本增长率上升。

III. SPATIAL EQUILIBRIUM

推导$g_{K,j}$与$g_{L,j}$的表达式

应用封闭经济模型对工资渐近平衡的探讨（24）：

$$w_{m,j}(t) = \left(\frac{C_{g,j}(t)}{C_{s,j}(t)}\right)^{\frac{1}{\sigma}} \sim \kappa_1^{\frac{1}{\sigma}} L_{a,j}(t)^{\frac{1-\beta_j}{\sigma}} K(t)^{\frac{\beta_j}{\sigma}}$$

$$w_{a,j}(t) = \kappa_1 L_{a,j}(t)^{-\beta_j} K_j(t)^{\beta_j}$$

→ $w_{m,j}(t)$的增长率为$\frac{g_{Y,j}}{\sigma}$

结合$w_{m,j}(t) \to \infty$（即工资极化）、 $p_{s,j}(t) = w_{m,j}(t)$（服务价格=服务工人的工资水平）

（18）式可简化为：

$$P_j(t) \sim w_{m,j}(t)^{1/2} \; for \; each \; j \quad (25)$$

III. SPATIAL EQUILIBRIUM

推导$g_{K,j}$与$g_{L,j}$的表达式

在（20）式的4个渐近平衡的假设下，每个地区都满足（19）式，劳动力市场达到均衡

$$L_{a,j}(t) > 0 \; only \; if \; \frac{w_{a,j}(t)}{P_j(t)} = \frac{w_{a,j^{\max}}(t)}{P_{j^{max}}(t)}$$

将（25）代入（19），空间均衡条件可改写为（26）：

$$\frac{w_{a,j}(t)}{w_{m,j}(t)^{1/2}} \sim \omega(t) \; for \; each \; j$$

w(t)是一个独立于地区j的函数（对于每个地区来说都是一样的）

III. SPATIAL EQUILIBRIUM

推导$g_{K,j}$与$g_{L,j}$的表达式

将（24）式代入（26）式得（29）：

$$\frac{\kappa_1 L_{a,j}(t)^{-\beta_j} K_j(t)^{\beta_j}}{\kappa_1^{\frac{1}{2}} L_{a,j}(t)^{\frac{1-\beta_j}{2}} K_j(t)^{\frac{\beta_j}{2}}} = \omega(t)$$

$\lim_{t\to\infty} K_j(t) = \infty$
$\rightarrow \omega(t)$ 大幅上升

分子：

①$K_j(t)^{\beta_j}$表现了资本增长对高技能劳动力占比的积极贡献（因为两者是互补品）。

②$L_{a,j}(t)^{-\beta_j}$表现了劳动力的稀缺对抽象劳动工资的积极影响。

分母：

表现了资本增长对服务价格的影响：

随着经济与资本快速增长，服务变得越来越贵，降低高技能工人的实际购买力。

III. SPATIAL EQUILIBRIUM

推导$g_{K,j}$与$g_{L,j}$的表达式

（29）式成立的条件：

$$\beta_j \frac{g_{K,j}}{2} = \left(\frac{1-\beta_j}{2} + \beta_j\right) g_{L,j} + \eta, \quad for\ each\ j, \quad \eta\text{给定}$$

结合（20）式的猜想3：$g_{L,\bar{J}} = 0$，可设定$\eta = \beta_j \frac{\sigma-1}{\sigma} g_{K,\bar{J}}$

$$\rightarrow \beta_j \frac{g_{K,j}}{2} - \beta_{\bar{J}} \frac{g_{K,\bar{J}}}{2} = \left(\frac{1-\beta_j}{2} + \beta_j\right) g_{L,j}\ , for\ each\ j$$

代入（23）式得：

$$g_{L,j} = \frac{\delta}{1-\beta_j} - \frac{\delta\beta_{\bar{J}}}{1-\beta_{\bar{J}}}\ , for\ each\ j \quad (30)$$

$$g_{K,j} = \delta\left(\frac{1}{1-\beta_j} - \frac{\beta_{\bar{J}}}{1-\beta_{\bar{J}}}\right), for\ each\ j \quad (31)$$

III. SPATIAL EQUILIBRIUM

$\bar{J}$地区的特征

$$g_{L,j} = \frac{\delta}{1-\beta_j} - \frac{\delta\beta_{\bar{J}}}{1-\beta_{\bar{J}}}, for\ each\ j \quad (30)$$

$$g_{K,j} = \delta\left(\frac{1}{1-\beta_j} - \frac{\beta_{\bar{J}}}{1-\beta_{\bar{J}}}\right), for\ each\ j \quad (31)$$

根据（30）式：只有$\beta_j < \beta_{\bar{J}}$, $for\ each\ region\ j \neq \bar{J} \rightarrow g_{L,j} < 0, for\ each\ region\ j \neq \bar{J}$（渐近平衡猜想3）

$\rightarrow \bar{J} = j^{max}$

经济学直觉：地区$\bar{J}$的商品生产中routine task的密集度最大。随着资本价格下降，大量从事日常生产的低技能工人被K替代，此处K增长最快。故高技能工人渐近集聚于此地。

III. SPATIAL EQUILIBRIUM

高技能劳动力市场的空间均衡条件的再考察

$$L_{a,j}(t) > 0 \; only \; if \; \frac{w_{a,j}(t)}{P_j(t)} = \frac{w_{a,j^{\max}}(t)}{P_{j^{max}}(t)} \quad (19)$$

$$L_{a,\bar{\jmath}}(t) \to L_a \equiv \sum_j L_{a,j}. for \; one \; region \; \bar{\jmath} \left(in \; particular, g_{L,\bar{\jmath}} = 0\right) \quad (20-3)$$

$$\frac{\dot{L}_{a,j}(t)}{L_{a,j}(t)} = g_{L,j} \; for \; some \; g_{L,j} < 0, for \; each \; region \; j \neq \bar{\jmath} \; (20-4)$$

经济学直觉： $\bar{\jmath} = j^{max}$因其$\beta j^{\max}$的特征吸引高技能劳动力。

当高技能劳动力离开非$\bar{\jmath}$地区，服务价格↓，高技能工人实际购买力↑。

在均衡中，劳动力减少率能保证各非$\bar{\jmath}$地区，高技能工人实际工资一致

在渐近平衡中，所有高技能工人渐近集聚于$\bar{\jmath}$地区，其特征为$\bar{\jmath} = j^{max}$，即商品生产中routine task的密集度最大。

CONCLUSION

根据上述模型，期初β_j更大的地区，有如下四个结论：

I. $Y_g = L_a^{1-\beta}[(\alpha_r L_r)^{\mu} + (\alpha_k K)^{\mu}]^{\frac{1}{\mu}}$→ 信息技术的广泛应用伴随着对$L_r$的替代

→ $\Delta PC_{jst} = \delta_t + \beta_0 \times RSH_{jst_0} + \gamma_s + e_{jst}$

II. $L_m^* = 1, if\ \frac{1}{\sigma} > \frac{\beta-\mu}{\beta}$→ 更多的低技术工人从$L_r$密集型职业转移到服务业

→ $\Delta SVC_{jst} = \delta_t + \beta_1 RSH_{jt_0} + \gamma_s + e_{jst}$

III. $\lim_{t\to\infty} K_j(t) = \infty, \omega(t)$ 大幅上升； $\frac{w_m}{w_r} = \infty, if\ \frac{1}{\sigma} > \frac{\beta-\mu}{\beta}$ → 更大的工资极化程度 → Result C 图表

IV. 基于“computer capital的差别应用”+“computer capital与L_a的互补”，产生高技能工人大量净流入

IV. EMPIRICAL ANALYSIS 实证分析

目录:

I. 数据来源与衡量标准:

II. 主要结果:

A. 计算机的采用及其对L_r的替代

B. 服务业就业的增加

C. 主要职业群体的就业与工资的改变

I. DATA SOURCES AND MEASUREMENTS

- 数据来源：
  - Census Integrated Public Use Micro Samples(PUMS) for the years 1950, 1970, 1980, 1990, and 2000
  - the American Community Survey (ACS) for 2005 (Ruggles et al. 2010).
- 测量指标：
  - routine task-intensity：$RTI_k = \ln\left(T^R_{k,1980}\right) - \ln\left(T^M_{k,1980}\right) - \ln\left(T^A_{k,1980}\right)$
  - routine employment share：$RSH_{jt} = \left(\sum_{k=1}^{K} L_{jkl} \cdot 1[RTI_k > RTI^{P66}]\right)\left(\sum_{k=1}^{K} L_{jkt}\right)^{-1}$

ROUTINE TASK-INTENSITY: RTI_k

- $RTI_k = \ln(T^R_{k,1980}) - \ln(T^M_{k,1980}) - \ln(T^A_{k,1980})$
- 解释：
  - $T^R_{k,1980}$是1980年k职业中L_r的投入，$T^M_{k,1980}$，$T^A_{k,1980}$与之类似。
  - 显然，RTI的值与L_r的投入成正相关，而与abstract 和manual task的投入成负相关。
- **RTI_k是用来做什么的?**
  - 用于衡量一种职业k的L_r的强度
  - 作为标准，我们把RTI处于前1/3的职业称为日常劳动密集型职业。
- **为什么采用这样的形式?**
  - Dictionary of Occupational Titles (DOT)中的每种职业均不同程度上是三种劳动的混合。因此需要一种指标来筛选出其中L_r较密集的职业。

ROUTINE EMPLOYMENT SHARE: RSH_{jt}

- $RSH_{jt} = \frac{\sum_{k=1}^{K} L_{jkt} \cdot 1[RTI_k > RTI^{P66}]}{\sum_{k=1}^{K} L_{jkt}}$
- 解释:
  - $1[RTI_k > RTI^{P66}]$: 如果职业k的RTI处于前1/3(即为日常劳动密集型),则取值1，否则取值0
  - L_{jkt}: j通勤区t时刻从事k职业的劳动力
  - RSH即是对位于前1/3的职业的RTI的加权平均
- RSH_j**是用来做什么的?**
  - 用于衡量j**通勤区**在t时刻的日常劳动的密集程度。
- **为什么采用这样的形式?**
  - 简便
  - **通过比较这种计算方式的多种变形方法，发现各种方法的结果基本相似。**

（Online Appendix Table 1）

II. MAIN RESULTS

- **通过验证前述模型的四个推论,得到如下三个结论:**
  - 以计算机的渗透率作为技术的标准，得出技术进步使得资本的成本下降，对提供L_r的工人造成了一定的替代。
  - 本地服务业就业的增长幅度是与本地L_r密集程度正相关的，也即服务业劳动力的增加的一个原因是原先提供L_r的劳动力的转移，因此本地区的RSH越大，服务业就业也越大。
  - 通过观察不同地区职业的就业率和工资水平变化，发现在RSH较高的地区就业和工资两极化更加明显，与此同时，服务业就业和工资上涨更高。

II. RESULT A:
PC ADOPTION AND DISPLACEMENT OF ROUTINE LABOR

- $\Delta PC_{jst} = \delta_t + \beta_0 \times RSH_{jst_0} + \gamma_s + e_{jst}$
- 解释：
  - ΔPC_{jst}：使用Doms-Lewis的方法调整的，在j通勤区s状态下t_o到t_1时间段内计算机渗透率的改变量
  - RSH_{jst_0}：期初(t_o)该地区s状态下的RSH
  - γ_s：多个控制状态的虚拟变量组成的向量

- **为什么用ΔPC_{jst}衡量技术水平?**
  - 所研究时期(1980~2005)中，计算机平均成本每年下降60%~70%，各地区大规模采用计算机。
  - 直觉：在研究时期，代替L_r劳动力的主要是计算机。

II. RESULT A: PC ADOPTION AND DISPLACEMENT OF ROUTINE LABOR

- Panel A： ΔPC to RSH
- 绿框：证明RSH对ΔPC的高度预测性。
  - 0.695、0.490、0.619
- Panel B： ΔRSH to RSH
- 红框：证明RSH较高的地区，日常任务密集程度的下降幅度更大。
  - $-0.254 < 0$
- 蓝框：证明提供L_r的工作者中，低学历工作者的就业下降幅度更大。
  - $-0.295 < -0.153$

	(1)	(2)	(3)
Panel A. Δ Adjusted PCs per employee, 1980–2000			
	1980–1990	1990–2000	1980–2000
Share of routine occs$_{-1}$	0.695***	0.490***	0.619***
	(0.061)	(0.076)	(0.044)
R^2	0.577	0.332	0.385
Panel B. Δ Share routine occupations, 1980–2005			
	All workers	College	Noncollege
Share of routine occs$_{-1}$	−0.254***	−0.153***	−0.295***
	(0.023)	(0.024)	(0.018)
R^2	0.433	0.206	0.429

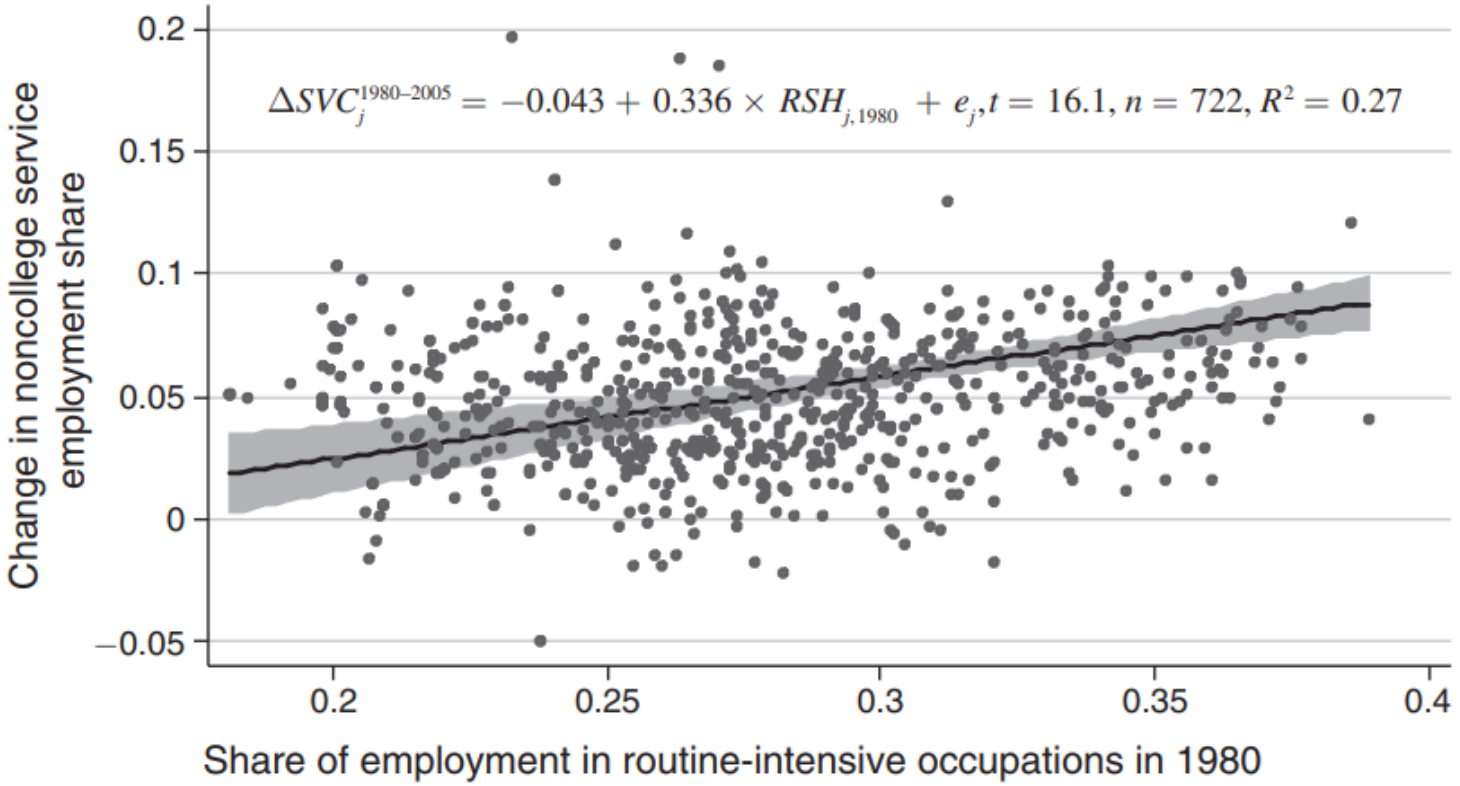
II. RESULT B: PRIMARY ANALYSIS
THE GROWTH OF SERVICE OCCUPATION EMPLOYMENT

- $\Delta SVC_j^{1980-2005} =$

  $-0.043 + 0.336 \times RSH_{j,1980} + e_j$

  $(t = 16.1), \mathrm{n} = 722, R^2 = 0.27.$

- 解释：OLS回归
  - $\Delta SVC_j^{1980-2005}$：非大学生劳动力服务业就业占比的增长
  - $RSH_{j,1980}$：期初的RSH



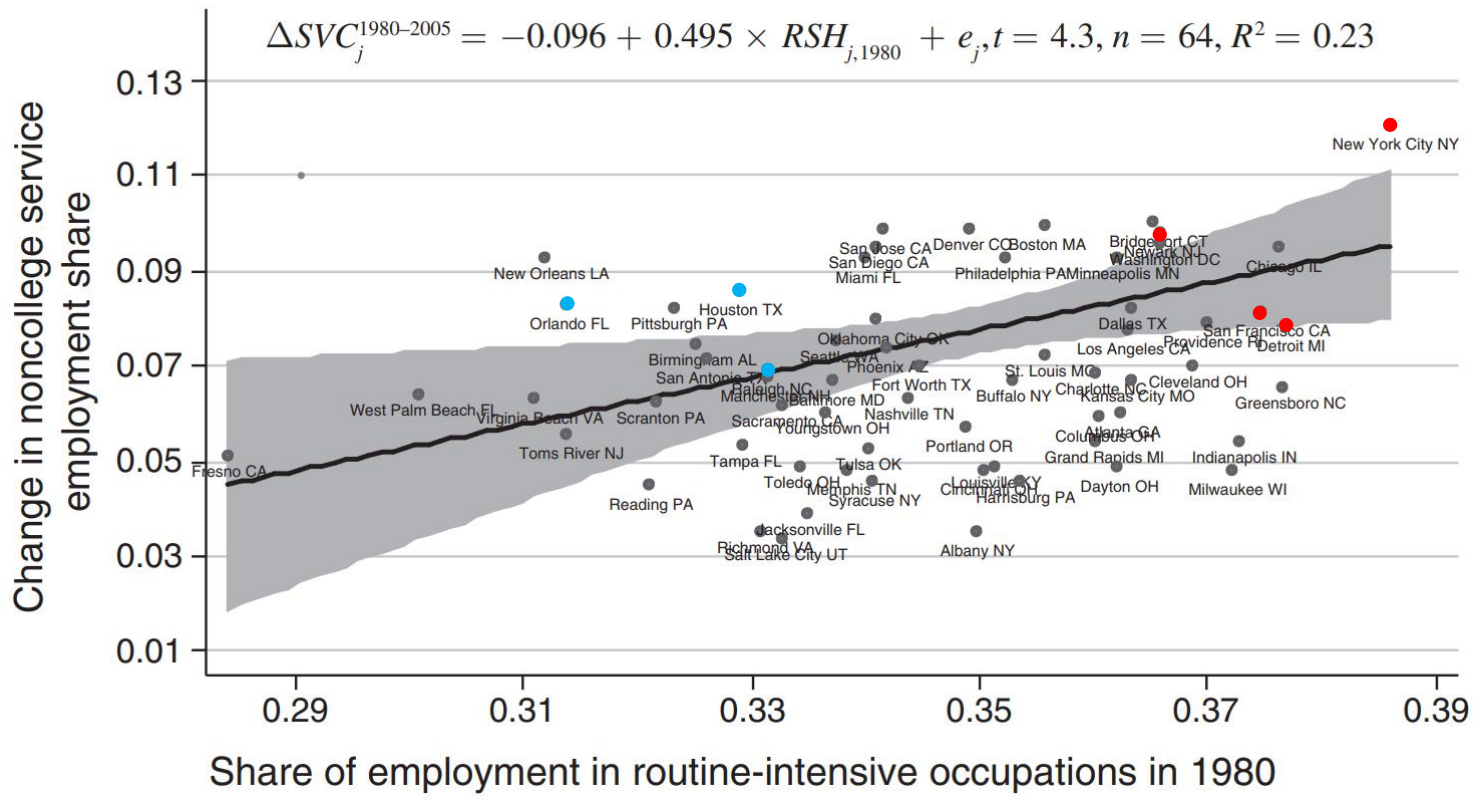
II. RESULT B: PRIMARY ANALYSIS
THE GROWTH OF SERVICE OCCUPATION EMPLOYMENT

- $\Delta SVC_j^{1980-2005} =$

  $-0.096 + 0.495 \times RSH_{j,1980} + e_j$

  $(t = 4.3), \mathrm{n} = 64, R^2 = 0.23.$

- 解释：OLS回归
  - 对人口 $> 750{,}000$的通勤区进行的回归
  - $\Delta SVC_j^{1980-2005}$：非大学生劳动力服务业就业占比的增长
  - $RSH_{j,1980}$：期初的RSH



II. RESULT B: DETAILED ANALYSIS I
THE GROWTH OF SERVICE OCCUPATION EMPLOYMENT

- $\Delta SVC_{jst} =$

$$\delta_t + \beta_1 RSH_{jt_0} + \boldsymbol{X}'_{jt_0}\beta_2 + \gamma_s + e_{jst}$$

- 解释：Detailed OLS Estimates
  - $\boldsymbol{X}'_{jt_0}$：七个其他解释变量的期初值
  - ΔSVC_{jst}：非大学生劳动力服务业就业占比的增长
  - RSH_{jt_0}：期初(t_o)的RSH，
  - γ_s：衡量状态效应
  - β_0：衡量时间效应

- **这是做什么的?**
  - 除了RSH外，劳动力的差异、人口和当地市场环境的不同也可能对服务业的增长有影响
  - 通过设置变量$\boldsymbol{X}'_{jt_0}$，来考虑上述因素。$\boldsymbol{X}'_{jt_0}$包括大学生的比例、非大学生中移民的比例、制造业的比重、失业率、女性工人比例、65岁以上老人比例以及低于最低工资的劳动者所占比例七项要素。

II. RESULT B: DETAILED ANALYSIS I
THE GROWTH OF SERVICE OCCUPATION EMPLOYMENT

- OLS：$10 \times annual\ \Delta SVC$ to RSH
- 第一列：不考虑其他变量
- 第二列：大学生的比例
- 第三列：非大学生中移民的比例
- 第四列：失业率和制造业的比重
- 第五列：女性工人比例
  65岁以上老人比例
- 第六列：工资低于十年后最低工资标准的劳动者所占比例
- 第七列：以上全部

TABLE 5—ROUTINE EMPLOYMENT SHARE AND GROWTH OF SERVICE EMPLOYMENT WITHIN COMMUTING ZONES, 1980–2005: STACKED FIRST DIFFERENCES, OLS AND 2SLS ESTIMATES
(*Dependent variable: 10 × annual change in share of noncollege employment in service occupations*)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Panel A. OLS estimates: covariates specified in lagged levels							
Share of routine occs$_{-1}$	0.105*** (0.032)	0.066* (0.036)	0.066** (0.029)	0.110*** (0.031)	0.110** (0.049)	0.069* (0.035)	0.111*** (0.034)
College/noncollege pop$_{-1}$		0.012*** (0.004)					0.011** (0.005)
Immigr/noncollege pop$_{-1}$			0.042** (0.017)				0.025** (0.011)
Manufact/empl$_{-1}$				−0.056*** (0.015)			−0.036*** (0.011)
Unemployment rate$_{-1}$				−0.067 (0.069)			−0.313*** (0.068)
Female empl/pop$_{-1}$					−0.044 (0.039)		−0.200*** (0.037)
Age 65+/pop$_{-1}$					−0.114*** (0.035)		−0.061*** (0.020)
Share workers with wage$_t$ < min wage$_{t+1}$						−0.134*** (0.020)	−0.197*** (0.029)
R^2	0.179	0.189	0.196	0.195	0.191	0.196	0.233

II. RESULT B: THE GROWTH OF SERVICE OCCUPATION EMPLOYMENT

DETAILED ANALYSIS II

- $\Delta SVC_{jst} = \delta'_t + \beta'_1 RSH^*_j + \beta'_2 v_{jt_0} + \gamma'_2 + \epsilon'_{jst}$
- IV： $\widetilde{RSH_j} = \sum_{i=1}^{I} E_{i,j,1950} \times R_{i,-j,1950}$
- 解释：
  - 由于存在其他变量与RSH和ΔSVC均相关，从而使回归系数估计存在偏误，因此考虑$RSH_{jt_0} = RSH^*_j + v_{jt_0}$，其中$RSH^*_j$表示当地长期的产业结构，$v_{jt_0}$表示随时间变化的与$RSH$和$\Delta SVC$均相关的所有其他变量的综合。
  - 采用$\widetilde{RSH_j}$作为RSH的工具变量：$E_{i,j,1950}$是i产业在当地所占比重（以雇佣人数计），$R_{i,-j,1950}$是除j地区外i产业的RTI，可近似认为是全国地区i产业的RTI。
- $\widetilde{RSH_j}$作为工具变量
  - 本质上是各产业RTI的加权平均
  - 采用1950年的数据，认为这样计算得到的$\widetilde{RSH_j}$是由RSH的长期部分所决定，而不受1980年之后的v_{jt_0}所影响
  - 使用2SLS方法：一阶段RSH对$\widetilde{RSH}$的回归发现，$\widetilde{RSH}$与RSH之间的预测关系相当显著。（Appendix Table 3）

II. RESULT B: DETAILED ANALYSIS II
THE GROWTH OF SERVICE OCCUPATION EMPLOYMENT

- Panel
  - A：OLS
  - B：2SLS
  - C：2SLS(输入X'_{jt_0}不同*)
- 结论：
  - 定性结论与OLS得到的结论基本相似，但回归系数通常更大。
  - 在前述模型中通过2SLS对OLS进行替代，估计前述结果的稳健性。发现定性结果基本相似，进一步验证了结论。
    （Appendix Table 4）

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Panel A. OLS estimates: covariates specified in lagged levels							
Share of routine occs$_{-1}$	0.105***	0.066*	0.066**	0.110***	0.110**	0.069*	0.111***
	(0.032)	(0.036)	(0.029)	(0.031)	(0.049)	(0.035)	(0.034)
Panel B. 2SLS estimates: covariates specified in lagged levels							
Share of routine occs$_{-1}$	0.192***	0.118***	0.148***	0.162***	0.218***	0.174***	0.149***
	(0.035)	(0.046)	(0.044)	(0.031)	(0.054)	(0.035)	(0.056)
R^2	0.169	0.186	0.189	0.192	0.182	0.182	0.264
Panel C. 2SLS estimates: covariates specified in ten year changes							
Share of routine occs$_{-1}$	0.192***	0.173***	0.152***	0.170***	0.180***	0.174***	0.112**
	(0.035)	(0.043)	(0.032)	(0.035)	(0.035)	(0.035)	(0.044)
R^2	0.169	0.174	0.188	0.232	0.186	0.182	0.265

II. RESULT B: DETAILED ANALYSIS III
THE GROWTH OF SERVICE OCCUPATION EMPLOYMENT

- **替代假说**：除去前两节分析的劳动力因素以及市场因素外，考虑其他可能解释日常劳动密集型地区服务业增长的原因：
  - **离岸外包的发展**：L_r可能外包到了其他人力成本更低的地区或国家，而服务业不能转移，因此在资本没有更多的替代L_r的情况下当地服务业比例得到上升。
  - **高收入群体工资的提高**：可能导致高收入群体对服务业需求的上升从而推动服务业发展。
  - **技能回报率的上升**：可能导致高技能人群劳动投入增加，减少家务劳动，从而促进家政服务行业的发展，从而提高服务业占比。
- **结论**：这些控制措施对RSH的预测能力几乎无影响，并且这些变量本身与服务业就业增长间的相关性都很弱。

II. RESULT B: DETAILED ANALYSIS III
THE GROWTH OF SERVICE OCCUPATION EMPLOYMENT

- A. 离岸外包
  - 1：ΔSVC对离岸能力指数回归
  - 2：ΔSVC对RSH和离岸能力指数回归
- 结论：
  - 离岸外包对服务业就业增长的贡献很小。
  - 考虑RSH后，离岸能力指数的系数变为负号，基本无意义。

	A. Offshoring	
	(1)	(2)
Share of routine occs$_{-1}$		0.164***
		(0.044)
Offshorability index$_{-1}$	0.007	−0.005
	(0.005)	(0.006)
Δ ln(P90) weekly wage		
Δ Average annual hours per college grad/2,080		
Δ Average annual hours per male college grad/2,080		
Δ Average annual hours per female college grad/2,080		
R^2	0.17	0.18

II. RESULT B: DETAILED ANALYSIS III
THE GROWTH OF SERVICE OCCUPATION EMPLOYMENT

- B. 高收入人群工资的提高
  - 3：ΔSVC对前10%人群的平均周工资回归
  - 4：ΔSVC对RSH和前10%人群的平均周工资回归
- 结论：
  - 高收入人群工资的提高与服务业就业增长的相关性很弱。
  - 考虑RSH后，平均周工资的系数变为负号，并且相关性依然很弱。

	B. Income effects	
	(3)	(4)
Share of routine occs$_{-1}$		0.205***
		(0.037)
Offshorability index$_{-1}$		
Δ ln(P90) weekly wage	0.013	−0.017
	(0.015)	(0.015)
Δ Average annual hours per college grad/2,080		
Δ Average annual hours per male college grad/2,080		
Δ Average annual hours per female college grad/2,080		
R^2	0.17	0.17

II. RESULT B: DETAILED ANALYSIS III
THE GROWTH OF SERVICE OCCUPATION EMPLOYMENT

- C. 技能回报率的提高
  - 5：ΔSVC对大学生年均工作时间回归
  - 6：ΔSVC对RSH和大学生工作时间回归
  - 7：ΔSVC对RSH和男大学生工作时间回归
  - 8：ΔSVC对RSH和女大学生工作时间回归
- 结论：
  - 大学毕业生中每年工作时间的增加与服务业就业增长呈负相关，无关性别。
  - 工作时间与服务业就业增长间相关性很弱
  - RSH依然有很强的解释力。

	C. Substitution effects			
	(5)	(6)	(7)	(8)
Share of routine occs$_{-1}$		0.209***	0.215***	0.181***
		(0.037)	(0.038)	(0.035)
Offshorability index$_{-1}$				
Δ ln(P90) weekly wage				
Δ Average annual hours per college grad/2,080	−0.111***	−0.127***		
	(0.032)	(0.031)		
Δ Average annual hours per male college grad/2,080			−0.069***	
			(0.018)	
Δ Average annual hours per female college grad/2,080				−0.083***
				(0.024)
R^2	0.19	0.19	0.18	0.19

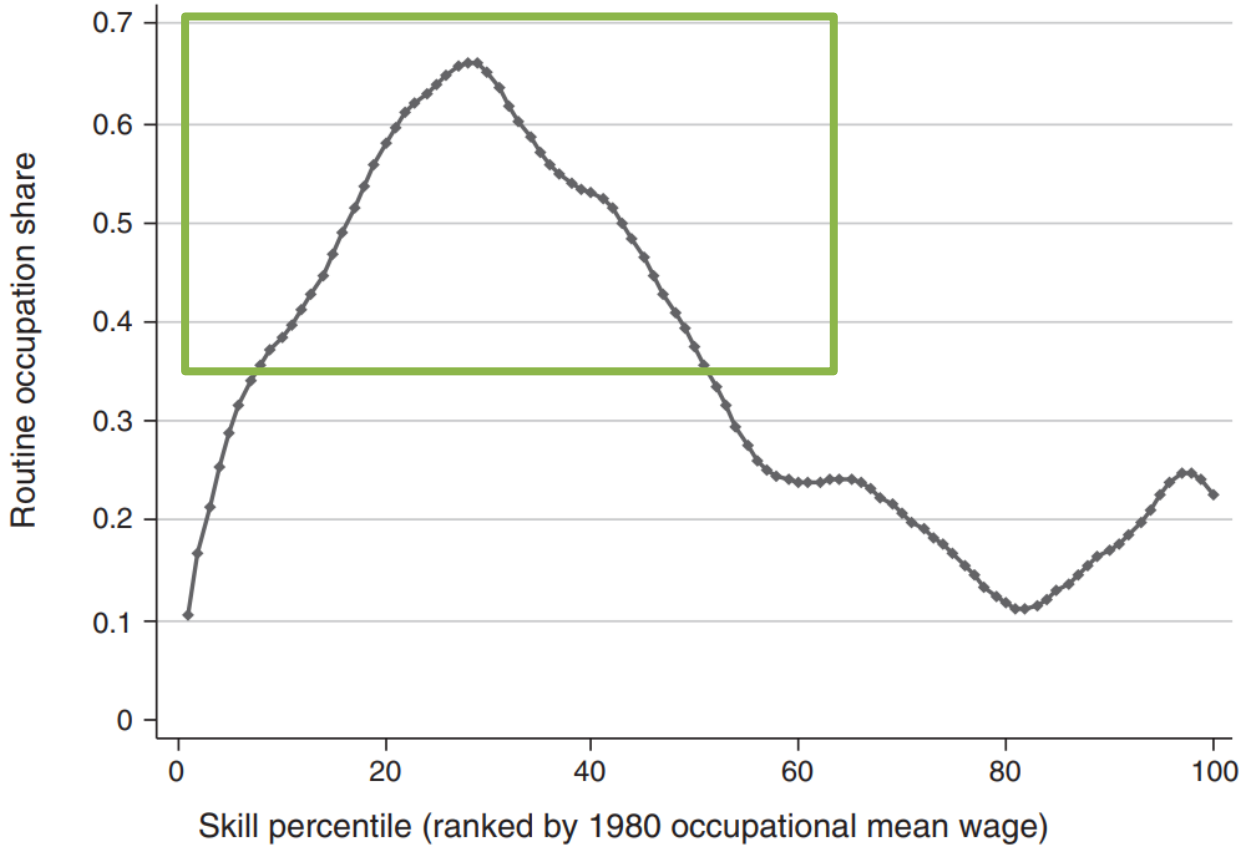
II. RESULT C:
EMPLOYMENT AND WAGE CHANGES IN MAJOR OCCUPATION GROUPS

- 六种主要的职业及其RTI相对大小

	RTI index	Abstract tasks	Routine tasks	Manual tasks
Managers/prof/tech/finance/public safety	−	+	−	−
Production/craft	+	+	+	−
Transport/construct/mech/mining/farm	−	−	+	+
Machine operators/assemblers	+	−	+	+
Clerical/retail sales	+	−	+	−
Service occupations	−	−	−	+

II. RESULT C:
EMPLOYMENT AND WAGE CHANGES IN MAJOR OCCUPATION GROUPS

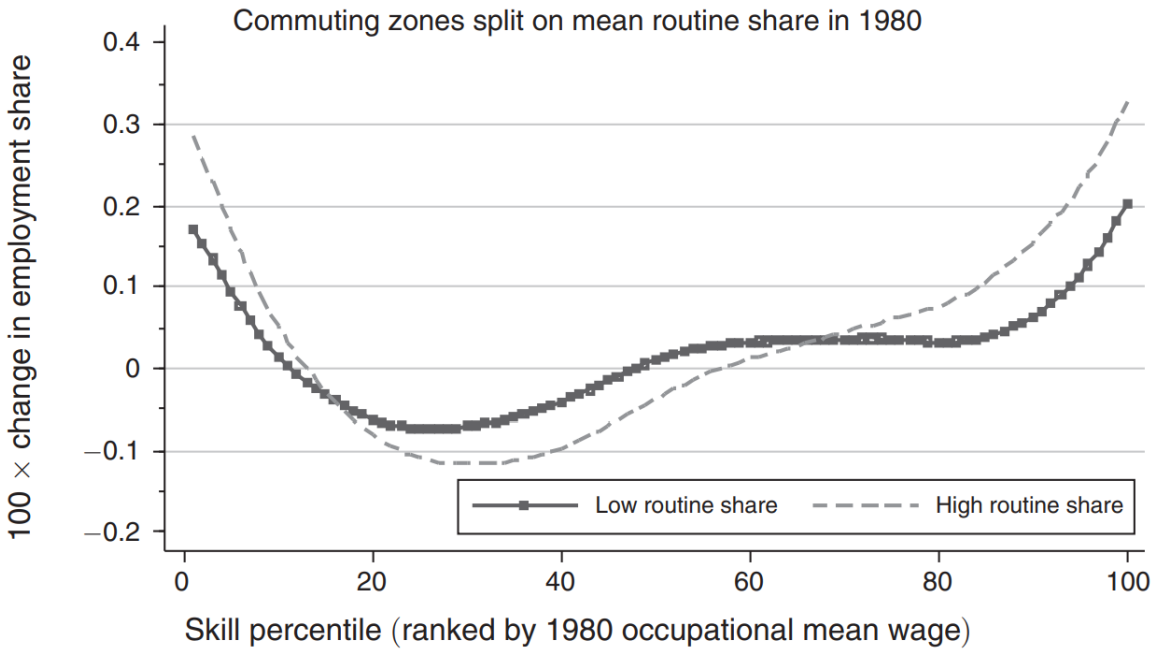
- 不同职业及其RTI按照技能水平排序



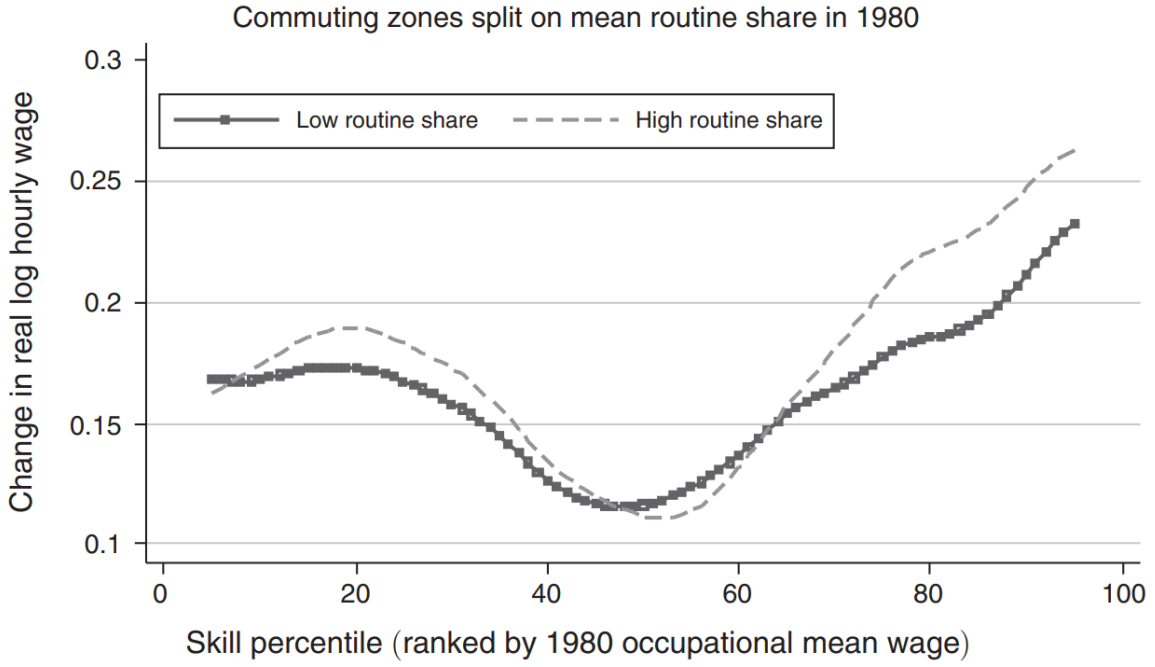
- 绿框：
  - 绿框内（$RTI > RTI^{P50}$）的职业为日常任务密集型职业
  - 日常任务密集型的职业技能平均水平大致处于30%左右。

II. RESULT C:
EMPLOYMENT AND WAGE CHANGES IN MAJOR OCCUPATION GROUPS

不同地区各职业就业占比变化图



不同地区各职业工资变化图



II. RESULT C: EMPLOYMENT AND WAGE CHANGES IN MAJOR OCCUPATION GROUPS

- 各职业非大学生就业占比的变化对$\widetilde{RSH}$进行2SLS回归。

- 结论：
  - 日常任务密集型的工作就业份额均成下降趋势，非日常任务密集型的工作就业份额均为上升趋势。
  - 服务业内部存在男女间的流动，说明服务业对性别无要求。(0.253、0.210 > 0.192)
  - 女性的文书工作就业下降的幅度明显更大。

			I. Occupations with low routine content			II. Occupations with high routine content		
			Service occs	Transport, construct, mechanics, mining, farm	Managers, prof, tech, finance, public safety	Administrative support, retail sales	Precision production, craft workers	Machine operators, assemblers
			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Panel A. Change in share of noncollege employment								
(i)	All	Share of routine occs$_{-1}$	0.192***	0.248***	0.028	−0.277***	−0.085***	−0.107**
			(0.035)	(0.037)	(0.029)	(0.038)	(0.017)	(0.044)
(ii)	Males	Share of routine occs$_{-1}$	0.210***	0.246***	−0.043	−0.055*	−0.145***	−0.213***
			(0.027)	(0.046)	(0.036)	(0.030)	(0.026)	(0.046)
(iii)	Females	Share of routine occs$_{-1}$	0.253***	0.002	0.117***	−0.431***	−0.028**	0.087
			(0.073)	(0.045)	(0.030)	(0.062)	(0.012)	(0.055)

II. RESULT C: EMPLOYMENT AND WAGE CHANGES IN MAJOR OCCUPATION GROUPS

- 各职业非大学生时薪对$\widetilde{RSH}$进行2SLS回归。

- 结论：
  - RSH较高的地区服务业工资水平上涨更高。（回归系数 > 0）
  - 文书工作的平均工资不仅没有下降，反而上升了。（0.337、0.187、0.468）

			I. Occupations with low routine content			II. Occupations with high routine content		
			Service occs	Transport, construct, mechanics, mining, farm	Managers, prof, tech, finance, public safety	Administrative support, retail sales	Precision production, craft workers	Machine operators, assemblers
			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Panel B. log hourly wages of noncollege workers								
(i)	All	Share of routine $occs_{80} \times 2005$	0.381***	0.023	0.433***	0.337***	−0.078	−0.388***
			(0.091)	(0.099)	(0.113)	(0.082)	(0.109)	(0.085)
(ii)	Males	Share of routine $occs_{80} \times 2005$	0.346***	0.015	0.287*	0.187*	−0.075	−0.374***
			(0.132)	(0.097)	(0.149)	(0.097)	(0.140)	(0.106)
(iii)	Females	Share of routine $occs_{80} \times 2005$	0.328***	0.310*	0.618***	0.468***	−0.223	−0.415***
			(0.095)	(0.183)	(0.116)	(0.092)	(0.139)	(0.105)