

Επιστημονικό Άρθρο

Αντίστροφη Θεωρία Σχέσεων Καμπύλης Laffer Μεταξύ Ρομπότ και Ανθρώπινου Δυναμικού

Ευαγγελία Δαμάσκου
Ακαδημία Επιστήμης και Έρευνας Καλιφόρνιας, ΗΠΑ

Παναγιώτης Πετράτος
Καθηγητής
Πανεπιστήμιο California State Stanislaus, ΗΠΑ

Σε αυτήν την ερευνητική μελέτη, παρουσιάζεται μια υπόθεση θεωρίας αντίστροφης σχέσης παρόμοια με την καμπύλη Laffer για τα ρομπότ και το ανθρώπινο δυναμικό και μια τρέχουσα έρευνα της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης (Agell & Persson, 2001, Badel & Huggett, 2017, Weiner, 1992, Woodward, 1958, Blinder, 1981, Matthews, 2003, McGee & Feige, 1982, Wrede, 1996, Minford & Ashton, 1991, Megersa, 2015). Η υπόθεση θεωρίας της αντίστροφης σχέσης παρόμοια με την καμπύλη Laffer δείχνει ότι αρχικά όσο αυξάνεται ο αριθμός των ρομπότ, ο αριθμός των εργαζομένων αυξάνεται ανάλογα μέχρι να επιτευχθεί ένα μέγιστο σημείο ζενίθ (Agénor & Aizenman, 2005, Becsi, 2000, Olson et al. 2004, Mirowski, 1982, Papp & Takáts, 2008, Barrick & Mount, 2005, Miravete et al. 2018). Στη συνέχεια, βάση της υπόθεσης κοντά στο μέγιστο σημείο του ζενίθ, καθώς ο αριθμός των ρομπότ αυξάνεται, ο αριθμός των εργαζομένων δεν αυξάνεται πια (Ahmed, 2015, Belbin, 1993, Mintzberg, 1979, Besbes et al. 2018). Βάση της υπόθεσης από το μέγιστο σημείο του ζενίθ και ψηλότερα, όσο αυξάνεται ο αριθμός των ρομπότ, ο αριθμός των εργαζομένων αρχίζει να μειώνεται (Bender, 1984, Bhasin & Clark, 2016, Bird, 2001). Η έρευνα της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης είναι μια σύνοψη των πρόσφατων ερευνητικών εξελίξεων στον τομέα, συμπεριλαμβανομένων των επιπτώσεων της στη διαχείριση των επιχειρήσεων και του ανθρώπινου δυναμικού στον χώρο εργασίας (Bogue, 2016, Boysen et al. 2017, Campbell, 1999, Carroll, 1993, Lawrence & Lorsch, 1967, Fleishman & Reilly, 1992, Vroom & Jago, 1988). Τα τρέχοντα δεδομένα δείχνουν ότι βρισκόμαστε ακόμα στην ανοδική πλευρά της καμπύλης Laffer αντίστροφης σχέσης μεταξύ ρομπότ και εργαζομένων και φυσικά, είναι πολύ απίθανο στο άμεσο μέλλον να φτάσει στο σημείο όπου δεν χρειάζονται καθόλου άνθρωποι/υπάλληλοι (Brill & Hassett, 2007, Van Ravestein & Vijlbrief, 1988, Brown, 2016, 2017, Carroll, 2008).

Λέξεις κλειδιά: καμπύλη Laffer, ανθρώπινο δυναμικό, τέταρτη βιομηχανική επανάσταση, ρομπότ

Εισαγωγή

Η τέταρτη βιομηχανική επανάσταση βρίσκεται ήδη σε εξέλιξη με αυτο-οδηγούμενα αυτόνομα αυτοκίνητα τεχνητής νοημοσύνης, μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα, έξυπνα αυτο-πλοηγούμενα drones και πυραύλους που αποφεύγουν τα εμπόδια και χτυπούν τον στόχο τους με ακρίβεια ιντσών χρησιμοποιώντας καθοδήγηση λέιζερ και δορυφορικές συντεταγμένες παγκόσμιου εντοπισμού θέσης (Chui et al., 2015, Crenshaw, 2012, Elazary et al., 2015, Kovačević et al., 2015).

Οι ευφυείς υπολογιστές που μαθαίνουν μόνοι τους να αναγνωρίζουν ακανόνιστα μοτίβα π.χ. ανίχνευση καρκίνου από εικόνες μαγνητικού συντονισμού (D'Andrea, 2012, Ferrein, 2015, Guan & Li, 2018, Li & Liu, 2016). Τα ρομπότ ακριβείας χρησιμοποιούνται σε ιατρικές διαδικασίες για ευαίσθητες χειρουργικές επεμβάσεις μικροακριβείας για την αποφυγή ανθρώπινου λάθους, το οποίο μπορεί να αποδειχθεί θανατηφόρο για τον ασθενή π.χ. εγχείρηση ανοιχτής καρδιάς (Hamann et al., 2018, Hogan et al., 2007, Hogan, 1991, Hubbard, 2014). Οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές παράγουν εμφυτεύματα καρδιάς και αρτηρίας, όπως βαλβίδες και στεντ κατασκευασμένα από βιοσυμβατό υλικό (Flipse, 2011, Ford, 2015, Landy & Conte, 2016).

Η τεχνητή νοημοσύνη, δηλαδή η μηχανική μάθηση παρέχει τη διαδικασία στις μηχανές να μάθουν μόνες τους πώς να εκτελούν εργασίες σε πολλά διαφορετικά πεδία (Herzberg, 1966, Karabegović et al., 2015, Kirkpatrick, 1998). Ο σχεδιασμός και η κατασκευή του μικροεπεξεργαστή περιορίζεται αυτή τη στιγμή λόγω του υλικού που παράγονται μικροσίπ, δηλαδή το πυρίτιο (Saxena et al., 2014, Lanchester, 2015, Lasmana, 2018).

Η Apple ήδη κατασκευάζει μικροσκοπικά ολοκληρωμένα κυκλώματα τριών νανομέτρων συστημάτων σε ένα μικροσίπ μέσω της συνεργασίας με την TSMC κατασκευάστρια εταιρεία μικροσίπ πυριτίου. Η βιομηχανία μικροσίπ πυριτίου προχωρεί στην κατασκευή επόμενης γενεάς δύο νανομέτρων και ενός νανομέτρου σε διάστημα περίπου 18 μήνες ανά γενεά. Μόλις φτάσουμε στο ένα νανόμετρο λόγω περιορισμών των νόμων φυσικής θα σταματήσει η σμίκρυνση και οι επόμενες γενεές θα αναπτύσσονται μόνο μέσω της ένωσης 2,4,6,8 μικροσίπ μαζί με 20, 40, 60, 80 cpu επεξεργαστές σε ένα μικροσίπ. Ωστόσο, νέα υλικά αναπτύσσονται συνεχώς, όπως το γραφένιο, το οποίο μπορεί να αποδειχθεί χρήσιμο για την υπέρβαση των περιορισμών του πυριτίου. Οι έξυπνοι υπολογιστές μαθαίνουν μόνοι τους πώς να αναλύουν, να εντοπίζουν και να αναγνωρίζουν μοτίβα στα δεδομένα και να λαμβάνουν αποφάσεις με βάση τα αποτελέσματα (Scanlon, 2009, Poudel, 2013).

Οι έξυπνοι υπολογιστές μαθαίνουν μόνοι τους πώς να αυτοματοποιούν τις οικονομικές συναλλαγές, συμπεριλαμβανομένων των αποφάσεων αγοράς ή πώλησης με βάση τα πρότυπα του χρηματιστηρίου (Sainathuni et al., 2014, Schwab, 2017).

Ωστόσο, σύμφωνα με τη δημοφιλή πεποίθηση, αυτή η προηγμένη πρόοδος της τεχνολογίας μπορεί να έχει κόστος εξάλειψης θέσεων εργασίας (Rotman, 2013, Maslow, 1971, Sokal, 1982, Spiegel & Templeman, 2004, Lewin, 1951, Li & Liu, 2016). Οι συνέπειες της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης περιλαμβάνουν, για

παράδειγμα, επαγγέλματα, τα οποία είναι περισσότερο και λιγότερο επιρρεπή στον αυτοματισμό (Schneider, 2001, Richards & Smart, 2016, Schwab, 2017).

Ο καθηγητής Kim από το Κορεατικό Προηγμένο Ινστιτούτο Επιστήμης και Τεχνολογίας σε μια πρόσφατη μελέτη περιγράφει τις δώδεκα αναδυόμενες τεχνολογίες της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης (Kim, 2017).

Επιπλέον, υπάρχει μια αλλαγή στη ζήτηση για βασικές δεξιότητες που σχετίζονται με την εργασία κατά την τέταρτη βιομηχανική επανάσταση (WEF, 2016). Επιπλέον, δημογραφικοί, κοινωνικοί και οικονομικοί παράγοντες ξεκινούν την αλλαγή κατά την τέταρτη βιομηχανική επανάσταση (WEF, 2016, Weidinger et al., 2018). Εκτός από όλα τα παραπάνω, βιολογικά, ιατρικές διαγνώσεις, χειρουργικές επεμβάσεις, και ιατρικές εγχειρήσεις ακριβείας και αυτόματα, ρομπότ για στρατιωτικές εφαρμογές, γεωργία, βιομηχανία, οι τεχνολογικοί παράγοντες, τεχνητή νοημοσύνη εφαρμογές στην ιατρική, παιδεία, εκπαίδευση, πλοήγηση, αυτόνομα οχήματα, ηλεκτρονικό εμπόριο, χρηματιστήριο, οικονομικά, τραπεζικές συναλλαγές, προκαλούν επίσης αλλαγές κατά την τέταρτη βιομηχανική επανάσταση (Waibel et al., 2011, WEF, 2016).

Αντίστροφη Θεωρία Σχέσεων Καμπύλης Laffer Μεταξύ Ρομπότ και Εργαζομένων

Ο Arthur B. Laffer εισήγαγε την έννοια της καμπύλης Laffer, η οποία εξηγεί δύο επιδράσεις αριθμητικές και οικονομικές στα φορολογικά έσοδα (Buchanan & Lee, 1982, Busato & Chiarini, 2013, Chaudhary et al., 2001).

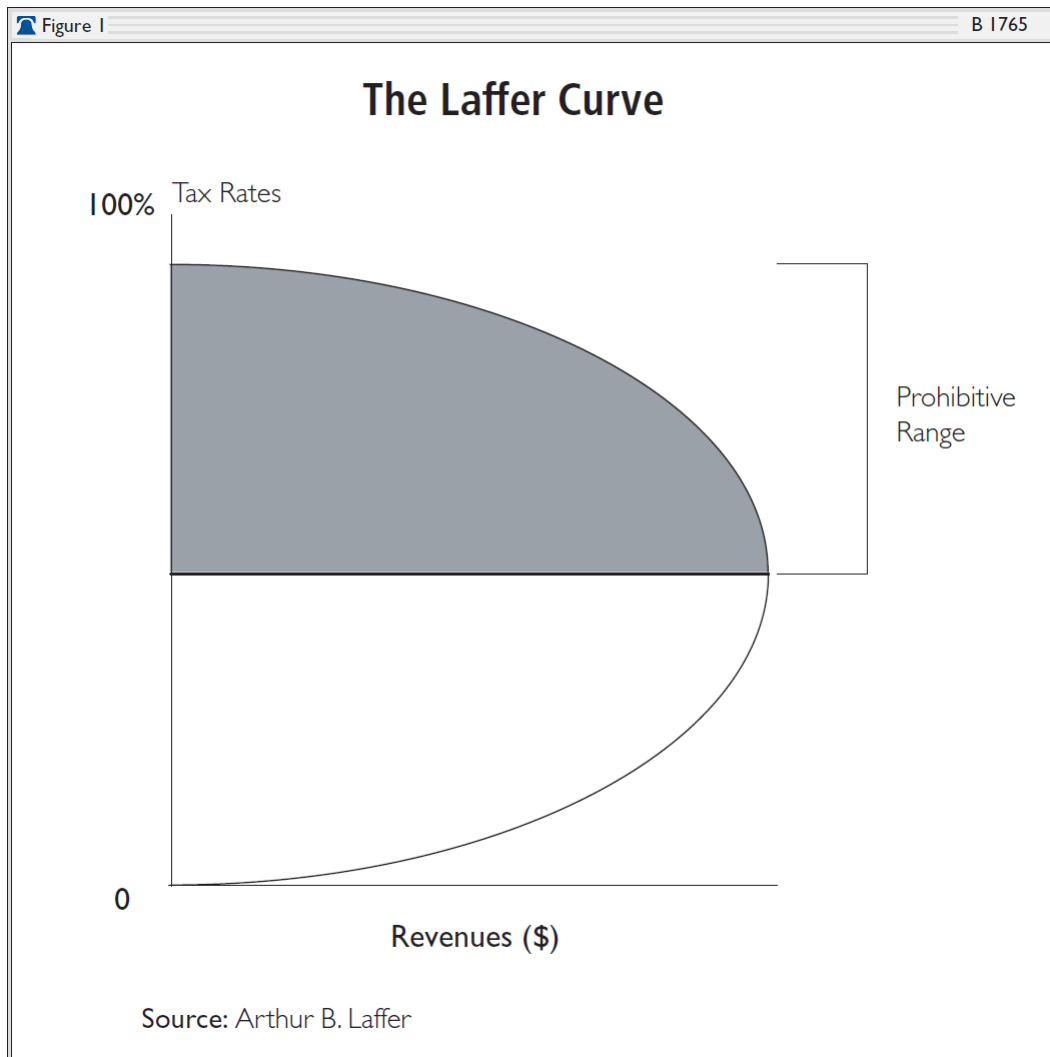
Η καμπύλη Laffer εξηγεί ότι όταν αυξάνονται οι φορολογικοί συντελεστές τα φορολογικά έσοδα αυξάνονται (Claessens, 1990, De Janvry & Sadoulet, 2007, Feige & McGee, 1983, Wanniski, 1978, Goolsbee et al., 1999, Lensink & White, 1999, Sanyal et al., 2000). Ωστόσο, πέρα από το ανώτατο σημείο των φορολογικών εσόδων καθώς αυξάνονται οι φορολογικοί συντελεστές, τα φορολογικά έσοδα μειώνονται συνεχώς μέχρις ότου θεωρητικά οι φορολογικοί συντελεστές φτάσουν στο 100% και τα φορολογικά έσοδα μηδενιστούν, βλέπε Σχήμα 1 (Forte, 1987, French & Raven, 1959, Fullerton, 2008, Gahvari, 1988, 1989, Lévy Garboua et al., 2009).

Η ίδια σχέση αντίστροφης καμπύλης Laffer είναι πιθανώς αληθής μεταξύ ρομπότ και εργαζομένων (Hairault et al., 2008, Shmanske, 2002, Heijman & Van Ophem, 2005, Sutter & Weck Hannemann, 2003, Slemrod, 1994, Hemming & Kay, 1980, Malcomson, 1986, Shead, 2017). Για παράδειγμα, δείτε την ανάλυση περίπτωσης Amazon που ακολουθεί (Σχήμα 2), η οποία δείχνει ότι η Amazon εξακολουθεί να βρίσκεται στην αύξουσα πλευρά της σχέσης της αντίστροφης καμπύλης Laffer μεταξύ ρομπότ και εργαζομένων (Henderson, 1981, Hsing, 1996, Husain, 1997, Laffer, 2004, Mitra, 2009, Trabandt & Uhlig, 2009, 2011).

Σε αυτή τη μελέτη, η περίπτωση της Amazon βρίσκεται υπό ανάλυση (Kasurinen, 2018, King, 2010, Koskela & Virén, 2000). Η Amazon χρησιμοποιεί εκτενώς υπολογιστές μηχανικής εκμάθησης τεχνητής νοημοσύνης για τα κέντρα

δεδομένων, τις διαδικτυακές παραγγελίες, τις προτάσεις ψηφιακού περιεχομένου που βασίζονται σε προηγούμενες παραγγελίες, τα ηλεκτρονικά βιβλία, τα ακουστικά βιβλία, τη μουσική, την κύρια ροή βίντεο κ.λπ. και ρομποτική ειδικού σκοπού για τον πυρήνα της επιχείρησης στα κέντρα εκπλήρωσης παραγγελιών, στη συσκευασία παραγγελιών και την αποστολή (Zarkadakis et al., 2016, Wurman et al., 2008, Letzing, 2012, Tampubolon et al., 2018).

Σχήμα 1. Η Καμπύλη Laffer



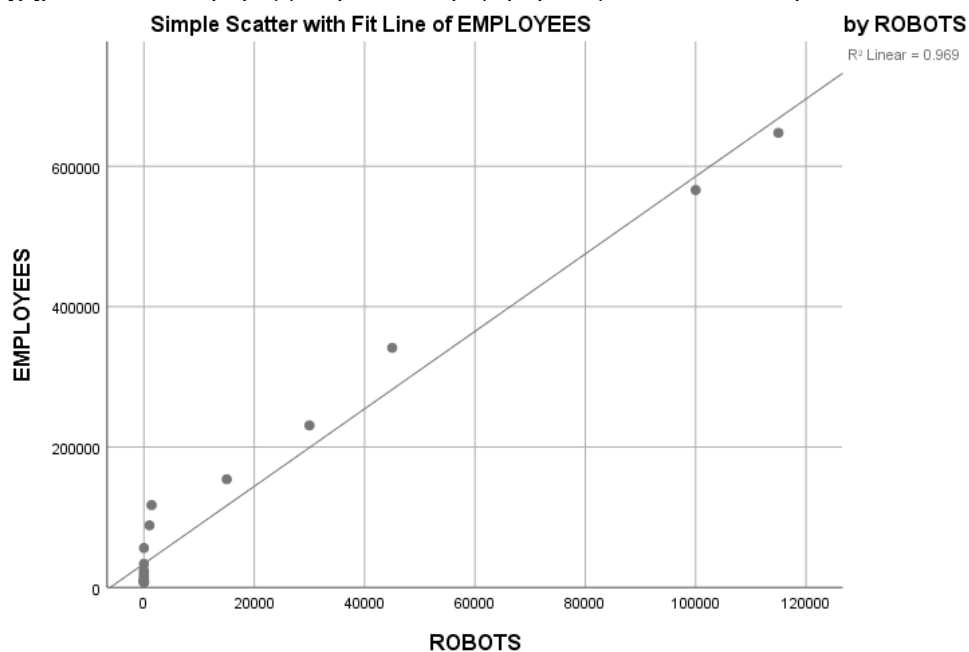
Η ανάλυση δεδομένων αφορά μια χρονική περίοδο των δύο πιο πρόσφατων δεκαετιών από το 1999 έως το 2018. Πριν από το 2012 δεν υπάρχει καμία αναφορά σε καμία πηγή για ρομπότ που έχουν αναπτυχθεί στην Amazon, επομένως οι συγγραφείς υποθέτουν μηδενικά ρομπότ για την ανάλυσή τους από το 1999 έως το 2011.

Αν και μπορεί να είχαν αναπτυχθεί μερικά ρομπότ στην Amazon από το 1999 έως το 2011, είναι πολύ πιθανό ο αριθμός των ρομπότ να ήταν ασήμαντος και κατά συνέπεια δεν υπήρχε αναφορά σε καμία πηγή.

Η ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης αποκαλύπτει ότι η συσχέτιση μεταξύ ρομπότ και εργαζομένων R έχει τιμή 0,984. Η τιμή του R στο τετράγωνο είναι 0,969, που μας λέει ότι τα ρομπότ μπορούν να αντιπροσωπεύουν το 96,9% της διακύμανσης στους εργαζόμενους.

Κατά συνέπεια, όσο αυξάνεται ο αριθμός των ρομπότ αυξάνεται και ο αριθμός των εργαζομένων. Αυτά τα στοιχεία δείχνουν ότι η Amazon εξακολουθεί να βρίσκεται στην αύξουσα πλευρά της σχέσης της αντίστροφης καμπύλης μεταξύ ρομπότ και εργαζομένων.

Σχήμα 2. Ανάλυση Γραμμικής Παλινδρόμησης Ρομπότ και Υπαλλήλων



Συμπεράσματα

Το άρθρο παρουσιάζει μια επιστημονικά πάρα πολύ ενδιαφέρουσα υπόθεση, βάση όλων των προ υπαρχόντων επιστημονικών μελετών της καμπύλης Laffer σε άλλους τομείς έρευνας και ανάπτυξης όπως φορολογία, οικονομίες κρατών, οικονομική πολιτική κεντρικών τραπεζών ΗΠΑ, και ΕΕ, για περαιτέρω έρευνα, αντί του συμπεράσματος των συγγραφέων που προϋποθέτει ότι η εν λόγω θεωρία έχει ήδη αποδειχθεί.

Σε αυτήν την ερευνητική μελέτη, παρουσιάζεται μια θεωρία αντίστροφης σχέσης παρόμοια με την καμπύλη Laffer για τα ρομπότ και το ανθρώπινο δυναμικό, καθώς

και η τέταρτη βιομηχανική επανάσταση σύμφωνα με την τρέχουσα βιβλιογραφία. Η θεωρία της αντίστροφης σχέσης παρόμοια με την καμπύλη Laffer δείχνει ότι αρχικά όσο αυξάνεται ο αριθμός των ρομπότ, ο αριθμός των εργαζομένων αυξάνεται ανάλογα μέχρι να επιτευχθεί ένα μέγιστο σημείο ζενίθ.

Από το μέγιστο σημείο του ζενίθ και ψηλότερα, όσο αυξάνεται ο αριθμός των ρομπότ, ο αριθμός των εργαζομένων αρχίζει να μειώνεται. Η έρευνα της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης είναι μια σύνοψη των πρόσφατων ερευνητικών εξελίξεων στον τομέα, συμπεριλαμβανομένων των επιπτώσεών της στη διαχείριση των επιχειρήσεων και του ανθρώπινου δυναμικού στον χώρο εργασίας.

Τα τρέχοντα δεδομένα δείχνουν ότι βρισκόμαστε ακόμα στην ανοδική πλευρά της καμπύλης αντίστροφης σχέσης μεταξύ ρομπότ και εργαζομένων και φυσικά, είναι πολύ απίθανο στο άμεσο μέλλον να φτάσει στο σημείο όπου δεν χρειάζονται καθόλου άνθρωποι (υπάλληλοι).

Βιβλιογραφία

- Agell, J., Persson, M. (2001) On the analytics of the dynamic Laffer curve. *Journal of Monetary Economics* 48(2): 397-414.
- Agénor, P. R., Aizenman, J. (2005) Financial sector inefficiencies and the debt Laffer curve. *International Journal of Finance & Economics* 10(1): 1-13.
- Ahmed, A. Z. (2015) AI, robots & automations impact on jobs in 2025. *Nanotechnology* 6(7).
- Badel, A., Huggett, M. (2017) The sufficient statistic approach: predicting the top of the Laffer curve. *Journal of Monetary Economics* 87: 1-12.
- Barrick, M. R., Mount, M. K. (2005) Yes, personality matters: moving on to more important matters. *Human Performance* 18: 359-372.
- Becsi, Z. (2000) The shifty Laffer curve. *Economic Review* 85(3): 53-64.
- Belbin, R. M. (1993) *Team roles at work*. London, UK: Butterworth Heinemann.
- Bender, B. (1984) An analysis of the Laffer curve. *Economic Inquiry* 22(3): 414-420.
- Besbes, O., Castro, F., Lobel, I. (2018) Spatial capacity planning. *SSRN*.
- Bhasin, K., Clark, P. (2016, June 29) *How Amazon triggered a robot arms race*. Bloomberg.
- Bird, G. (2001) IMF programmes: is there a conditionality Laffer curve? *World Economics* 2(2): 29-49.
- Blinder, A. S. (1981) Thoughts on the Laffer curve. In *The Supply Side Effects of Economic Policy*, 81-92. Dordrecht: Springer.
- Bogue, R. (2016) Growth in e-commerce boosts innovation in the warehouse robot market. *Industrial Robot: An International Journal* 43(6): 583-587.
- Boysen, N., Briskorn, D., Emde, S. (2017) Parts to picker based order processing in a rack moving mobile robots environment. *European Journal of Operational Research* 262(2): 550-562.
- Brill, A., Hassett, K. A. (2007) Revenue maximizing corporate income taxes: the Laffer Curve in OECD countries. *SSRN*. American Enterprise Institute for Public Policy Research working paper # 137.
- Brown, A. S. (2016) Robots at work: where do we fit? *Mechanical Engineering Magazine Select Articles* 138(4): 32-37.

- Brown, A. S. (2017) The proving grounds. *Mechanical Engineering Magazine Select Articles* 139(7): 33-37.
- Buchanan, J. M., Lee, D. R. (1982) Politics, time, and the Laffer curve. *Journal of Political Economy* 90(4): 816-819.
- Busato, F., Chiarini, B. (2013) Steady state Laffer curve with the underground economy. *Public Finance Review* 41(5): 608-632.
- Campbell, J. P. (1999) The definition and measurement of performance in the new age. In D. R. Ilgen, E. D. Pulakos (eds.), *The Changing Nature of Performance*, 399-430. San Francisco: Jossey-Bass.
- Carroll, J. B. (1993) Human cognitive abilities: a survey of factor analytic studies. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Carroll, W. R. (2008) The effects of electronic performance monitoring on performance outcomes: a review and meta-analysis. *Employee Rights and Employment Policy Journal* 12(1): 29-48.
- Chaudhary, M. A., Anwar, S., Siddiqui, R. (2001) Debt Laffer curve for South Asian countries [with comments]. *The Pakistan Development Review* 40(4): 705-720.
- Chui, M., Manyika, J., Miremadi, M. (2015) Four fundamentals of workplace automation. *McKinsey Quarterly* 29(3): 1-9.
- Claessens, S. (1990) The debt Laffer curve: Some estimates. *World Development* 18(12): 1671-1677.
- Crenshaw, T. L. A. (2012) Using robots and contract learning to teach cyber physical systems to undergraduates. *IEEE Transactions on Education* 56(1): 116-120.
- D'Andrea, R. (2012) Guest editorial: a revolution in the warehouse: a retrospective on kiva systems and the grand challenges ahead. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering* 9(4): 638-639.
- De Janvry, A., Sadoulet, E. (2007) Optimal share contracts with moral hazard on effort and in output reporting: managing the double Laffer curve effect. *Oxford Economic Papers* 59(2): 253-274.
- Elazary, L., Parks, I. D. F., Voorhies, R. C. (2015) *Autonomous order fulfillment and inventory control robots*. U.S. Patent No. 9,120,622. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Feige, E. L., McGee, R. T. (1983) Sweden's Laffer curve: taxation and the unobserved economy. *The Scandinavian Journal of Economics* 85(4): 499-519.
- Ferrein, A. (2015) *Robots: challenges, chances and risks for solving 21st century problems*. Fachhochschule Aachen.
- Fleishman, E. A., Reilly, M. E. (1992) *Handbook of human abilities: definitions, measurements, and job task requirements*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Flipse, M. (2011) *Altering and Improving Kiva: some suggestions for improvement of the current Kiva system*. The Netherlands: Vrije Universiteit.
- Ford, M. (2015) *The rise of the robots: technology and the threat of mass unemployment*. One World Publications.
- Forte, F. (1987) The Laffer curve and the theory of fiscal bureaucracy. *Public Choice* 52(2): 101-124.
- French, J. R. P., Raven, B. H. (1959) The bases of social power. In D. Cartwright (ed.), *Studies of Social Power*, 150-157). Ann Arbor, MI: Institute for Social Research.

- Fullerton, D. (2008) Laffer curve. In Palgrave Macmillan (ed.), *The New Palgrave Dictionary of Economics*. London: Palgrave Macmillan.
- Gahvari, F. (1988) Does the Laffer curve ever slope down? *National Tax Journal* 41(2): 267-269.
- Gahvari, F. (1989) The nature of government expenditures and the shape of the Laffer curve. *Journal of Public Economics* 40(2): 251-260.
- Goolsbee, A., Hall, R. E., Katz, L. F. (1999) Evidence on the high income Laffer curve from six decades of tax reform. *Brookings Papers on Economic Activity* 1999(2): 1-64.
- Guan, M., Li, Z. (2018) Pod layout problem in kiva mobile fulfillment system using synchronized zoning. *Journal of Applied Mathematics and Physics* 6(12): 2553-2562.
- Hairault, J. O., Langot, F., Sopraseuth, T. (2008) Quantifying the Laffer curve on the continued activity tax in a dynastic framework. *International Economic Review* 49(3): 755-797.
- Hamann, H., Markarian, C., Meyer auf der Heide, F., Wahby, M. (2018) Pick, pack, & survive: charging robots in a modern warehouse based on online connected dominating sets. In *9th International Conference on Fun with Algorithms (FUN 2018)*. Schloss Dagstuhl Leibniz Zentrum fuer Informatik.
- Heijman, W. J., Van Ophem, J. A. C. (2005) Willingness to pay tax: the Laffer curve revisited for 12 OECD countries. *The Journal of Socio-Economics* 34(5): 714-723.
- Hemming, R., Kay, J. A. (1980) The Laffer curve. *Fiscal Studies* 1(2): 83-90.
- Henderson, D. (1981) Limitations of the Laffer curve as a justification for tax cuts. *Cato Journal* 1(1): 45-52.
- Herzberg, F. (1966) *Work and the nature of man*. Cleveland: World Publishing.
- Hogan, J. (1991) Physical abilities. In M. D. Dunnette, L. M. Hough (eds.), *Handbook of Industrial and Organizational Psychology*, 2nd Edition, Volume 2, 753-831. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Hogan, J., Davies, S., Hogan, R. (2007) Generalizing personality based validity evidence. In S. Morton McPhail (ed.), *Alternative Validation Strategies: Developing New and Leveraging Existing Validity Evidence*, 180-229. San Francisco: Jossey Bass.
- Hsing, Y. (1996). Estimating the Laffer curve and policy implications. *The Journal of Socio-Economics* 25(3): 395-401.
- Hubbard, F. P. (2014) Sophisticated robots: balancing liability, regulation, and innovation. *Florida Law Review* 66(5): 1803.
- Husain, A. M. (1997) Domestic taxes and the external debt Laffer curve. *Economica* 64(255): 519-525.
- Karabegović, I., Karabegović, E., Mahmić, M., Husak, E. (2015). The application of service robots for logistics in manufacturing processes. *Advances in Production Engineering & Management* 10(4): 185-194.
- Kasurinen, M. (2018) *Mobile robots in indoor logistics*. Finland: Tampere University of Technology.
- Kim, S. Y. (2017) *The fourth industrial revolution and the Triple Helix*. Daegu: Triple Helix Association, Triple Helix International Conference.
- King, R. (2010, June 2) *Soon, that nearby worker might be a robot*. Bloomberg Businessweek.
- Kirkpatrick, D. L. (1998) *Evaluating training programs: the four levels*. 2nd Edition. San Francisco: Berrett-Koehler.
- Koskela, E., Virén, M. (2000) Is there a Laffer curve between aggregate output and public sector employment? *Empirical Economics* 25(4): 605-621.

- Kovačević, N., Erić, M., Aleksić, N. (2015) The use of automatic guided vehicles in order to increase the quality of the process of storage of goods. In *9th International Quality Conference*. June 2015. Center for Quality, Faculty of Engineering, University of Kragujevac, Serbia.
- Laffer, A. B. (2004) The Laffer curve: past, present, and future. *Backgrounders* 1765: 1-16.
- Lanchester, J. (2015) The robots are coming. *London Review of Books* 37(5): 3-8.
- Landy, F. J., Conte, J. M. (2016) *Work in the 21st century, Binder ready version: an introduction to industrial and organizational psychology*. John Wiley & Sons.
- Lasmana, I. D. (2018) *Kiva robot and system's study*. Indonesia: Universitas Pertamina.
- Lawrence, P. R., Lorsch, J. (1967) *Organization and environment*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Lensink, R., White, H. (1999) *Is there an aid Laffer curve?* (No. 99/6). CREDIT Research Paper. Nottingham UK: The University of Nottingham, Centre for Research in Economic Development and International Trade (CREDIT).
- Letzing, J. (2012) Amazon adds that robotic touch. *The Wall Street Journal* 20.
- Lévy Garboua, L., Masclet, D., Montmarquette, C. (2009) A behavioral Laffer curve: emergence of a social norm of fairness in a real effort experiment. *Journal of Economic Psychology* 30(2): 147-161.
- Lewin, K. (1951) *Field theory in social psychology*. New York: Harper.
- Li, J. T., Liu, H. J. (2016) Design optimization of amazon robotics. *Automation, Control and Intelligent Systems* 4(2): 48-52.
- Malcomson, J. M. (1986) Some analytics of the Laffer curve. *Journal of Public Economics* 29(3): 263-279.
- Maslow, A. H. (1971) *The farthest reaches of human nature*. New York: Viking.
- Matthews, K. (2003) VAT evasion and VAT avoidance: is there a European Laffer curve for VAT? *International Review of Applied Economics* 17(1): 105-114.
- McGee, R. T., Feige, E. L. (1982) The unobserved economy and the UK Laffer curve. *Economic Affairs* 3(1): 36-43.
- Megersa, K. A. (2015) The Laffer curve and the debt growth link in low income Sub Saharan African economies. *Journal of Economic Studies* 42(5): 878-892.
- Minford, P., & Ashton, P. (1991) The poverty trap and the Laffer curve what can the General Household Survey GHS tell us? *Oxford Economic Papers* 43(2): 245-279.
- Mintzberg, H. (1979) *The structuring of organizations: a synthesis of the research*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Miravete, E. J., Seim, K., Thurk, J. (2018) Market power and the Laffer curve. *Econometrica* 86(5): 1651-1687.
- Mirowski, P. (1982) What's wrong with the Laffer Curve? *Journal of Economic Issues* 16(3): 815-828.
- Mitra, S. (2009) Virtual infrastructure for programming mobile robots. In *2009 IEEE International Conference on Robotics and Automation Formal Methods in Robotics and Automation*. Department of Electrical and Computer Engineering, University of Illinois at Urbana Champaign, USA.
- Olson, R., Verley, J., Santos, L., Salas, C. (2004) What we teach students about the Hawthorne studies: a review of content within a sample of introductory I-O and OB textbooks. *The Industrial-Organizational Psychologist* 41(3): 23-39.
- Papp, T. K., Takáts, E. (2008) *Tax rate cuts and tax compliance: the Laffer curve revisited*. International Monetary Fund.

- Poudel, D. B. (2013) *Coordinating hundreds of cooperative, autonomous robots in a warehouse*. Germany: Jacobs University Bremen.
- Richards, N. M., Smart, W. D. (2016) How should the law think about robots? In *Robot Law*. Edward Elgar Publishing.
- Rotman, D. (2013) How technology is destroying jobs. *Technology Review* 16(4): 28-35.
- Sainathuni, B., Parikh, P. J., Zhang, X., & Kong, N. (2014) The warehouse inventory transportation problem for supply chains. *European Journal of Operational Research* 237(2): 690-700.
- Sanyal, A., Gang, I. N., Goswami, O. (2000) Corruption, tax evasion and the Laffer curve. *Public Choice* 105(1-2): 61-78.
- Saxena, A., Jain, A., Sener, O., Jami, A., Misra, D. K., Koppula, H. S. (2014) *Robobrain: large scale knowledge engine for robots*. arXiv preprint arXiv:1412.0691.
- Scanlon, J. (2009, April 15) *How kiva robots help zappos and walgreens*. Business Week. Bloomberg.
- Schneider, B. (2001) Fits about fit. *Applied Psychology: An International Review* 50(1): 141-152.
- Schwab, K. (2017) *The fourth industrial revolution*. New York: Crown Business.
- Shead, S. (2017) *Amazon now has 45,000 robots in its warehouses*. Business Insider, 4.
- Shmanske, S. (2002) Enrollment and curriculum: a Laffer curve analysis. *The Journal of Economic Education* 33(1): 73-82.
- Slemrod, J. (1994) On the high-income Laffer curve. In *Tax Progressivity and Income Inequality*. Cambridge University Press.
- Sokal, M. M. (1982) James McKeen Cattell and the failure of anthropometric mental testing: 1890–1901. In W. R. Woodward, M. G. Ash (eds.), *The Problematic Science: Psychology in Nineteenth Century Thought*, 322-345. New York: Praeger.
- Spiegel, U., Templeman, J. (2004) A non-singular peaked Laffer Curve: debunking the traditional Laffer Curve. *The American Economist* 48(2): 61-66.
- Sutter, M., Weck Hannemann, H. (2003) Taxation and the veil of ignorance. A real effort experiment on the Laffer curve. *Public Choice* 115(1-2): 217-240.
- Tampubolon, M., Pamungkas, L., Chiu, H. J., Liu, Y. C., Hsieh, Y. C. (2018) Dynamic wireless power transfer for logistic robots. *Energies* 11(3): 527.
- Trabandt, M., Uhlig, H. (2009) *How far are we from the slippery slope? The Laffer curve revisited*. No. w15343. National Bureau of Economic Research.
- Trabandt, M., Uhlig, H. (2011) The Laffer curve revisited. *Journal of Monetary Economics* 58(4): 305-327.
- Van Ravestein, A., Vijlbrief, H. (1988) Welfare cost of higher tax rates: an empirical Laffer curve for the Netherlands. *De Economist* 136(2): 205-219.
- Vroom, V. H., Jago, A. G. (1988) *The new leadership: managing participation in organizations*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Waibel, M., Beetz, M., Civera, J., D'Andrea, R., Elfving, J., Galvez Lopez, D., et al. (2011) Roboearth, a world wide web for robots. *IEEE Robotics and Automation Magazine (RAM), Special Issue Towards a WWW for Robots* 18(2): 69-82.
- Wanniski, J. (1978) Taxes, revenues, and the Laffer curve. *The Public Interest* 50: 3-16.
- Weidinger, F., Boysen, N., Briskorn, D. (2018) Storage assignment with rack moving mobile robots in KIVA warehouses. *Transportation Science* 52(6): 1479-1495.
- Weiner, B. (1992) *Human motivation: metaphors, theories, and research*. London: Sage.
- Woodward, J. (1958) *Management and technology*. London: Her Majesty's Stationery Office.

- World Economic Forum - WEF (2016) The future of jobs: employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution. Geneva, Switzerland: World Economic Forum.
- Wrede, M. (1996) Vertical and horizontal tax competition: will uncoordinated Leviathans end up on the wrong side of the Laffer curve. *Finanz Archiv Public Finance Analysis* 3(4): 461-479.
- Wurman, P. R., D'Andrea, R., Mountz, M. (2008) Coordinating hundreds of cooperative, autonomous vehicles in warehouses. *AI Magazine* 29(1): 9-9.
- Zarkadakis, G., Jesuthasan, R., Malcolm, T. (2016) *The 3 ways work can be automated*. Harvard Business Review. Available at: <https://hbr.org/2016/10/the-3-ways-work-can-beautomated>.

Inverse Theory of Laffer Curve Relationships Between Robots and Human Resources

Evangelia Damaskou

California Academy of Science and Research, USA

Panagiotis Petratos

Professor

University California State Stanislaus, USA

In this research study, a hypothetical inverse relationship theory similar to the Laffer curve for robots and human resources is presented and a current study of the fourth industrial revolution (Agell & Persson, 2001, Badel & Huggett, 2017, Weiner, 1992, Woodward, 1958, Blinder, 1981, Matthews, 2003, McGee & Feige, 1982, Wrede, 1996, Minford & Ashton, 1991, Megersa, 2015). The hypothetical inverse relationship theory similar to the Laffer curve shows that initially as the number of robots increases, the number of employees increases accordingly until a maximum zenith is reached (Agénor & Aizenman, 2005, Becsi, 2000, Olson et al., 2004, Mirowski, 1982, Papp & Takáts, 2008, Barrick & Mount, 2005, Miravete et al. 2018). Then, based on the hypothesis, near the zenith peak, as the number of robots increases, the number of employees no longer increases (Ahmed, 2015, Belbin, 1993, Mintzberg, 1979, Besbes et al. 2018). Based on the hypothesis, from the zenith peak and higher, as the number of robots increases, the number of employees begins to decrease (Bender, 1984, Bhasin & Clark, 2016, Bird, 2001). The research of the fourth industrial revolution is a summary of recent research developments in the field, including the implications for business management and human resource of the fourth industrial revolution in the workplace (Bogue, 2016, Boysen et al. 2017, Campbell, 1999, Carroll, 1993, Lawrence & Lorsch, 1967, Fleishman & Reilly, 1992, Vroom & Jago, 1988). Current data show that we are still on the upward side of the Laffer curve of the inverse relationship between robots and employees and of course, it is very unlikely in the near future to reach the point where no human employees will be needed at all (Brill & Hassett, 2007, Van Ravestein & Vijlbrief, 1988, Brown, 2016, 2017, Carroll, 2008).

Keywords: *Laffer curve, human resources, fourth industrial revolution, robots*