

Rozwiązania FASTER dla służb szybkiego reagowania

Streszczenie: W tekście przedstawiono innowacyjne technologie dla służb szybkiego reagowania, opracowywane w ramach projektu europejskiego FASTER. Międzynarodowe konsorcjum prowadzi prace nad rozwiązaniami wspierającymi reagujących, którzy podejmują działania w różnych warunkach. Technologie omówione w rozdziale to m.in.: inteligentne tekstylia dla ratowników, wspólny obraz działań operacyjnych udostępniany przez centrum dowodzenia, różne urządzenia do noszenia – dla człowieka i zwierząt, technologia rzeczywistości rozszerzonej, czy też urządzenie ResCuE, umożliwiające nadawanie wiadomości w sytuacji uszkodzenia infrastruktury telekomunikacyjnej. Wyposażenie służb szybkiego reagowania w technologie FASTER zwiększy świadomość sytuacyjną osób zaangażowanych w działania operacyjne, usprawni komunikację między nimi oraz zwiększy bezpieczeństwo, co z kolei może przełożyć się na większą skuteczność podejmowanych działań.

Słowa kluczowe: *technologie FASTER, sytuacja kryzysowa, służby szybkiego reagowania, świadomość sytuacyjna, bezpieczeństwo*

FASTER solutions for first responders

Summary: The text presents innovative technologies for emergency services, developed within the framework of the European project FASTER. An international consortium is working on solutions to help first responders who act in different circumstances. Technologies discussed in the chapter include smart wearable textiles for rescuers, a common operational picture provided by the command centre, different wearable devices for humans and animals, augmented reality technology, or the ResCuE device that allows sending messages when the telecommunication infrastructure is damaged. Equipping emergency services with FASTER technologies will increase the situational awareness of those involved in operations, improve communication between them, and increase the safety of first responders, which may result in greater effectiveness of their actions.

Keywords: *FASTER technologies, crisis situation, emergency services, situational awareness, safety*

Wstęp

Służby szybkiego reagowania to podmioty podejmujące jako pierwsze działania na miejscu katastrofy lub w innej sytuacji kryzysowej, która może powodować niebezpieczeństwo dla życia i zdrowia ludzi lub mienia.

Do podmiotów tych zaliczyć należy m.in.: Straż Pożarną, Policję, jednostki ratownictwa medycznego, organizacje ratownictwa specjalistycznego, czy też formacje ochrony ludności i obrony cywilnej. To ich funkcjonariusze, pracownicy i członkowie w przypadku powodzi, trzęsienia ziemi lub innej klęski żywiołowej reagują natychmiast, by ratować i chronić ludzkie życie oraz minimalizować skutki katastrofy. Działają przy tym często w niebezpiecznych warunkach, posiadając ograniczony dostęp do informacji, problemy sprzętowe, trudności w łączności i komunikacji, co z kolei może mieć wpływ na ich poczucie bezpieczeństwa i tym samym – trafność podejmowanych decyzji. W związku z tym służby szybkiego reagowania, które w dalszej części określane będą również jako: pierwsi reagujący, ratownicy i udzielający pomocy, warto wyposażać w nowoczesne technologie, które będą im pomocne w działaniach operacyjnych. Badania w tym zakresie podjęło międzynarodowe konsorcjum FASTER¹, składające się z podmiotów naukowych, technicznych, społecznych i organizacji ratowniczych, pochodzących z różnych państw. W projekcie uczestniczy Wyższa Szkoła Policji w Szczytnie, która reprezentuje pierwszych reagujących².

Konsorcjum FASTER

W 2019 r. międzynarodowy zespół składający się z 23 wspomnianych podmiotów rozpoczął projekt FASTER – *First responder Advanced technologies for Safe and efficienT Emergency Response* (pol.: FASTER – Zaawansowane technologie dla bezpieczeństwa i skuteczności służb szybkiego reagowania) w ramach programu Horyzont 2020. Inspiracją do podjęcia badań była chęć wykorzystania owoców postępu technologicznego w celu stworzenia użytecznych dla służb szybkiego reagowania rozwiązań, które będą pomocne w działaniach operacyjnych i przyczynią się do zapewnienia bezpieczeństwa udzielającym pomocy. Mając powyższe na uwadze, określono cele szczegółowe projektu, wśród których wymienić należy m.in.: zwiększenie świadomości sytuacyjnej reagujących poprzez

¹ Międzynarodowe konsorcjum realizuje projekt FASTER – *First responder Advanced technologies for Safe and efficienT Emergency Response*, który otrzymał dofinansowanie z programu Unii Europejskiej Horyzont 2020 (H2020) w ramach umowy o dofinansowanie nr: 833507. Informacje o projekcie FASTER w serwisie CORDIS, <https://cordis.europa.eu/project/id/833507> (dostęp: 01.07.2021).

² Praca jest wspierana przez projekt FASTER, który otrzymał dofinansowanie z programu Unii Europejskiej Horizon 2020 (H2020) w ramach umowy o dofinansowanie nr: 833507.

dostarczenie im technologii rzeczywistości rozszerzonej, wyposażenie ratowników w ergonomiczne narzędzia do pracy, zastosowanie pojazdów autonomicznych do wykrywania i likwidacji zagrożeń, zapewnienie wytrzymałej łączności, czy też dostarczenie reagującym wspólnego obrazu sytuacji operacyjnej³. Ważnym założeniem projektu jest zaangażowanie przedstawicieli różnych służb szybkiego reagowania w opracowanie potrzebnych technologii i narzędzi. W związku z tym pierwszych reagujących od samego początku zaangażowano w różne jego fazy: od identyfikowania potrzeb ratowników, po projektowanie narzędzi, aż po ocenę ich użyteczności. Współpraca naukowców prowadzących projekt z praktykami biorącymi w nim udział umożliwiła wymianę wiedzy i doświadczeń niezbędnych do opracowania użytecznych rozwiązań, które odpowiadają potrzebom reagujących.

Rozwiązania FASTER

Omawianie technologii opracowanych przez międzynarodowe konsorcjum warto rozpocząć od przedstawienia rozwiązania polegającego na zapewnieniu pierwszym reagującym na miejscu katastrofy wspólnego obrazu operacyjnego. W tym celu stworzona została specjalna aplikacja na urządzenia mobilne, która współpracuje z innymi komponentami architektury systemu FASTER. Dzięki niej możliwe jest zapewnienie obrazu wizualizującego różne dane gromadzone od reagujących na miejscu katastrofy, przekazywane równolegle do centrum dowodzenia. Informacje przesyłane z różnych komponentów FASTER mogą dotyczyć lokalizacji osób udzielających pomocy, ich kondycji fizycznej (np. tętno, temperatura ciała), potrzebnych zasobów, czy też warunków środowiskowych (np. ekstremalne temperatury, niebezpieczne gazy)⁴. Nadmienić należy przy tym, że przesyłane dane akumulowane są przy pomocy innych technologii FASTER, w które wyposażone będą służby szybkiego reagowania, a które omówione zostaną w dalszej części podjętych rozważań. Dane przesyłane w czasie rzeczywistym będą przez centrum przetwarzane, wizualizowane

³ *Faster strategic objectives*, <https://www.faster-project.eu/objectives/> (dostęp: 03.07.2021).

⁴ A. Dimou, D.G. Kogias, P. Trakadas, F. Perossini, M. Weller, O. Balet, C.Z. Patrikakis, T. Zahariadis, P. Daras, *FASTER: First Responder Advanced Technologies for Safe and Efficient Emergency Response*, <https://www.faster-project.eu/wp-content/uploads/2020/03/MSE2019-3.pdf> (dostęp: 28.06.2021).

i dostarczane ratownikom w formie obrazu czytelnego w odbiorze. To rozwiązanie umożliwi im lepsze zrozumienie sytuacji kryzysowej i zwiększy ich świadomość sytuacyjną⁵. Przede wszystkim poprawi wymianę informacji między zaangażowanymi w akcję, ponieważ zdjęcia, wideo, czy też inne istotne informacje z miejsca zdarzenia będzie można przekazywać w czasie rzeczywistym. Przy pomocy dostarczanego obrazu ukazane zostaną relacje między podmiotami uczestniczącymi w akcji (osobami udzielającymi pierwszej pomocy a poszkodowanymi) i między czynnikami środowiskowymi (ryzykami, zagrożeniami, obszarami niebezpiecznymi). Poza tym bieżący dostęp do informacji wizualizowanych w czytelny w odbiorze sposób pomoże pierwszemu reagującemu w szybkim podjęciu właściwych decyzji. Szczególnie pomocne może się to okazać podczas dużych katastrof, kiedy należy przetwarzać ogromne ilości danych o ludziach, infrastrukturze i zasobach związanych z katastrofą.

Kolejnym rozwiązaniem FASTER są inteligentne tekstylia i urządzenia do noszenia. Tekstylia przeznaczone dla ratowników wyposażono w urządzenia elektroniczne. Czujniki umieszczone w bieliźnie ratownika monitorują jego dane biometryczne (temperaturę ciała, tętno), a te znajdujące się w kurtce zbierają dane o warunkach środowiskowych (np. temperaturze, wilgotności, występowaniu niebezpiecznych gazów)⁶. Pozyskane informacje są następnie przesyłane na smartfona ratownika, gdzie są przetwarzane i następnie przekazywane do centrum dowodzenia, które może je udostępnić na wspólnym obrazie działań operacyjnych. Na przykład jeśli ratownik zostanie ranny w wyniku eksplozji, to w oparciu o pozyskane dane dotyczące jego tętna, częstotliwości oddechu i temperatury ciała wywołany zostanie alarm, który wyświetli się na smartfonie i zostanie przekazany do dowódcy zespołu w terenie oraz na potrzeby wspólnego obrazu operacyjnego. To rozwiązanie zapewnia bieżące monitorowanie podstawowych funkcji życiowych ratowników oraz warunków środowiskowych. W przypadku zaistnienia niebezpiecznych zmian umożliwia szybką reakcję polegającą na udzieleniu ratownikowi pomocy lub ostrzeżeniu go przed niebezpieczeństwem.

⁵ H.V. Georgiou, *FASTER: First responder Advanced technologies for Safe and efficient Emergency Response*, <https://www.faster-project.eu/wp-content/uploads/2020/04/FASTER-Safe-Cor%C3%B9.pdf> (dostęp: 29.06.2021).

⁶ A. Dimou et.al., op. cit.

Ponadto w ramach projektu opracowano nowatorskie urządzenie do noszenia dla specjalnie przeszkolonych psów ratowniczych (np. K9), które wspierają pierwszych reagujących w sytuacjach kryzysowych. Urządzenie zaprojektowano w formie upręży dla zwierzęcia i wyposażono w czujniki, tj. 3-osiowy akcelerometr i żyroskop, zdolne do przechwytywania i przekazywania w czasie rzeczywistym sygnałów ruchu i statusu sytuacyjnego psa⁷. Przy jego pomocy możliwe jest lokalizowanie jednostek K9 i tłumaczenie określonego zachowania zwierzęcia (np. jego ruchu) w odpowiedzi na konkretne komunikaty, które bezprzewodowo przesyłane są do smartfona jego opiekuna. W przypadku gdy pies odnajdzie poszkodowanego lub ofiarę, to zachowując się w określony sposób, poinformuje o tym swojego opiekuna. Warto wspomnieć, że zarówno urządzenia do noszenia dla zwierząt, jak i omówiony wcześniej system inteligentnych tekstyliów działają samodzielnie, ale mogą być również ze sobą powiązane przy pomocy telefonu komórkowego ratownika i architektury systemu FASTER.

Omawiając urządzenia do noszenia, warto także wspomnieć o inteligentnych zegarkach (smartwatch) i smartfonach z odpowiednimi aplikacjami, które zgodnie z założeniami projektu FASTER są często wykorzystywane przez pierwszych reagujących w działaniach operacyjnych. Szczególnie warto zwrócić uwagę na rozwiązanie, w którym wykorzystuje się wspomniane urządzenia do celów komunikacji niewerbalnej. Na jego potrzeby wybrano niewielki zestaw gestów dłoni/ramion, na tyle nietypowych, aby ich przypadkowe wywołanie było niemożliwe. Do każdego z nich przypisano określony komunikat, sygnalizujący konkretne zdarzenie. W przypadku wykonania jednego z wybranych gestów, smartwatch rozpoznaje ruch, tłumaczy na ustalony wcześniej komunikat i przekazuje do urządzenia partnera, które wibruje wtedy w ustalony dla danego komunikatu sposób. Informacja może także zostać przekazana na smartfony ze specjalnie zainstalowaną aplikacją, a następnie do centrum, które uwzględni zdarzenie na wspomnianym obrazie udostępnianym zaangażowanym w akcję⁸. Przedstawione rozwiązanie poszerza możliwości komunikacji w trakcie działań operacyjnych, szczególnie w trudnych warunkach

⁷ *FASTER tools in action – Testing K9 wearables and Smart Textiles Framework indoor and outdoor*, <https://www.faster-project.eu/2021/06/07/faster-tools-in-action-testing-k9-wearables-and-smart-textiles-framework-indoor-and-outdoor/> (dostęp: 29.06.2021).

⁸ A. Vlachopoulos, H. Georgiou, A. Tzeletopoulou, P. Kasnesis, C. Chatzigeorgiou, D.G. Kogias, C.Z. Patrikakis, G. Albanis, K. Konstantoudakis, A. Dimou, P. Daras, *Enabling gesture-*

(np. w hałasie, dymie) lub w sytuacji doznania obrażeń przez reagujących. Wykonanie prostego, wcześniej ustalonego ruchu może szybko ostrzec partnerów przed niebezpieczeństwem lub wezwać ich na pomoc.

Innym ciekawym rozwiązaniem jest urządzenie ResCuE (ang. *REsilient CommUnications Equipment*), które służy do nadawania komunikatów alarmowych podczas sytuacji kryzysowej. Bezpośrednio po wystąpieniu katastrofy panuje często chaos i panika w społeczeństwie, a ważna infrastruktura jest uszkodzona. Kontakt z obywatelami, czy też osobami zaangażowanymi w niwelowanie skutków zdarzenia, jest wówczas bardzo potrzebny, lecz często utrudniony lub niemożliwy. Naprzeciw tym problemom wychodzi opracowane w ramach projektu urządzenie ResCuE, które w sytuacji, gdy zawodzi infrastruktura energetyczna i telekomunikacyjna, przez kilka godzin może działać autonomicznie⁹. W takich warunkach, przy pomocy omawianego urządzenia, możliwe jest przekazywanie krótkich wiadomości na urządzenia mobilne ludności cywilnej w sposób bezpieczny, szyfrowany i bez połączenia z Internetem. W tym celu wykorzystywane są technologie i protokoły dostępne w urządzeniach mobilnych (np. w telefonach komórkowych), takie jak Bluetooth. Obywatele otrzymują informacje na telefony komórkowe, pomimo braku połączenia z serwerem lub braku dostępu do sieci transmisji danych. Przekazywane komunikaty zawierają podstawowe instrukcje, np. „Ewakuuj się przez główną bramę”, „Pozostań w środku i zamknij drzwi”, „Omiń windę i schody” i w szczególnych sytuacjach mogą uratować ludzkie życie. ResCuE jest w stanie objąć zasięgiem obszar ok. 100 m², przy czym istnieje możliwość zwiększenia jego zasięgu w terenie do nawet kilku kilometrów poprzez rozmieszczenie wielu węzłów, tworzących sieć przekaźnikową mesh¹⁰. Omawiane urządzenie niewątpliwie poszerza możliwości komunikowania się w sytuacjach kryzysowych. W przypadku uszkodzenia lub wyłączenia innych kanałów komunikacyjnych umożliwia przekazanie ludności cywilnej, jak również osobom udzielającym pomocy podstawowych komunikatów ostrzegawczych lub poleceń.

based controls for first responders and K9 units, https://safegreece.org/safegreece2020/images/docs/safegreece2020_proceedings.pdf (dostęp: 03.07.2021).

⁹ *Resilient Communication Device ResCuE*, <https://www.faster-project.eu/2020/08/26/resilient-communication-device-rescue/> (dostęp: 03.07.2021).

¹⁰ Ibidem.

W dalszej części warto wspomnieć o technologii rzeczywistości rozszerzonej, która dostarczona zostanie służbom szybkiego reagowania za pomocą okularów rzeczywistości mieszanej (np. HoloLens 2)¹¹. Technologia wesprze pierwszych reagujących dzięki nałożeniu na świat rzeczywisty (za sprawą okularów) różnych danych związanych z operacją. Okulary noszone przez udzielających pomocy stworzą nowe możliwości podczas prowadzonych operacji, ponieważ reagujący na bieżąco będzie miał dostęp do informacji, które poprawią jego świadomość sytuacyjną i zmniejszą obciążenie psychiczne. Urządzenie umożliwi wyświetlanie – bez użycia rąk – informacji związanych z prowadzoną operacją, które pochodzą będą z innych komponentów systemu FASTER, jak również będą udostępnione przez centrum za pośrednictwem wspólnego obrazu sytuacji operacyjnej. W polu widzenia reagującego wyposażonego w okulary zostaną przykładowo wyświetlone polecenia, czy też informacje dotyczące pozycji partnerów z zespołu, lokalizacji obiektów, wartości czujników, alarmów, nawigacji ułatwiającej odnalezienie najkrótszej i bezpiecznej drogi¹². Warto dodać, że sposób wyświetlania komunikatu będzie zależał od jego ważności. Istotne informacje będą wyświetlane dłużej, zaś mniej ważne krócej lub na brzegu pola widzenia. Ponadto należy zauważyć, że pierwsi reagujący będą mogli wprowadzać cyfrowe adnotacje do danej sytuacji, które udostępnione zostaną innym partnerom posiadającym omawianą technologię. Co więcej, użytkownik urządzenia będzie mógł wchodzić z nim w interakcje za pomocą komend głosowych, czy też gestów, np. w celu pokazania/ukrycia mapy lub potwierdzenia odebrania informacji.

Poza tym technologia rzeczywistości rozszerzonej została w badaniach wykorzystana w celu poszerzenia pola widzenia pierwszych reagujących. W związku z tym połączono ją z dronami wyposażonymi w kamery. Ratownik będzie mógł w razie potrzeby skierować statek powietrzny w miejsce niedostępne lub niebezpieczne. Z kamery drona przesłane zostanie wideo na urządzenie (okulary), które przy wykorzystaniu technologii rzeczywistości rozszerzonej umożliwi wizualizację obszarów w rzeczywistości

¹¹ J. Roach, *HoloLens2 – jak sztuczna inteligencja urzeczywistnia wizję Microsoft dotyczącą przetwarzania danych bez granic*, <https://news.microsoft.com/pl-pl/features/hololens-2-jak-sztuczna-inteligencja-urzeczywistnia-wizje-microsoft-dotyczaca-przetwarzania-danych-bez-granic-tuesday/> (dostęp: 07.07.2021).

¹² A. Dimou et. al., op. cit.

przesłoniętych. To rozwiązanie w szczególnie trudnych warunkach pomoże ratownikowi właściwie ocenić sytuację i podjąć odpowiednie decyzje.

W badaniach prowadzonych przez konsorcjum FASTER wykorzystano także inne rodzaje dronów (np. o większym zasięgu, czy też z dużym udźwigiem) i pojazdy robotyczne¹³. Ich zastosowanie w działaniach operacyjnych może być bardzo szerokie. Drony zastosowano m.in.: do mapowania miejsc katastrofy i usuwania przeszkód, jako węzły przekaźnikowe, w celu dostarczania środków pierwszej pomocy. Do wykonywania bardziej złożonych działań wykorzystano także roje dronów. Ponadto w ramach projektu opracowano pojazd robotyczny wyposażony w platformę integrującą m.in. różne czujniki oraz posiadającą ramię robota przystosowanego do wykonywania różnych czynności w zależności od potrzeb. Wspomnieć należy także o opracowanym, autonomicznym łaziku Summit-XL, który przystosowany jest do poruszania się w wąskich przestrzeniach oraz wyposażony m.in. w kamerę termowizyjną i czujnik głębokości.

Zakończenie

W podsumowaniu należy zauważyć, że międzynarodowe konsorcjum opracowało zestaw uzupełniających się, innowacyjnych technologii FASTER, które mają wspierać służby szybkiego reagowania w działaniach operacyjnych. Na podkreślenie zasługuje, że przedstawione rozwiązania powstały we współpracy z pierwszymi reagującymi, którzy od początku zaangażowani są w badania i proces tworzenia nowatorskich technologii. W związku z tym zaproponowane rozwiązania są próbą odpowiedzi na oczekiwania reagujących w niebezpiecznych warunkach. Wykorzystanie zaproponowanych technologii w sytuacjach kryzysowych przyczyni się do zwiększenia świadomości sytuacyjnej ratowników, którzy w czasie rzeczywistym uzyskają łatwy dostęp do wcześniej niedostępnych informacji. Zapewni im to lepsze szacowanie ryzyka i pomoże szybciej podejmować trafne decyzje. Przykładowo zastosowanie rzeczywistości rozszerzonej umożliwi nałożenie na świat rzeczywisty (za sprawą okularów) różnych

¹³ K. Konstantoudakis, G. Albanis, E. Christakis, N. Zioulis, A. Dimou, D. Zarpalas, P. Daras, *Single-Handed Gesture UAV Control for First Responders – A Usability and Performance User Study*, <https://www.faster-project.eu/wp-content/uploads/2020/07/Single-Handed-Gesture.pdf> (dostęp: 06.07.2021).

danych, co udzielającym pomocy ułatwi chociażby orientację w niebezpiecznym terenie, czy też stworzy możliwość wglądu w to, co dzieje się za przeszkodami niemożliwymi do pokonania. Ponadto rozwiązania FASTER poszerzą i usprawnią komunikację między osobami zaangażowanymi w akcję. Ciekawe możliwości stwarza wspólny obraz działań operacyjnych udostępniany reagującym w terenie. Dzięki niemu możliwe jest wizualizowanie na bieżąco danych przekazywanych z miejsca katastrofy, co zwiększa świadomość sytuacyjną ratowników, jak również stwarza im nowe możliwości wymiany informacji. Za interesujące rozwiązania należy także uznać inteligentne zegarki do komunikacji niewerbalnej, czy też urządzenie ResCuE, które w pierwszych chwilach po katastrofie umożliwia nadawanie wiadomości do ludności cywilnej, nawet w przypadku braku prądu i uszkodzenia infrastruktury telekomunikacyjnej. Poza tym warto podkreślić, że rozwiązania FASTER przyczynią się do zwiększenia bezpieczeństwa udzielających pomocy. Inteligentne tekstylia umożliwią bieżące monitorowanie ich podstawowych funkcji życiowych oraz ocenę warunków środowiskowych. Dzięki temu rozwiązaniu możliwe będzie natychmiastowe udzielenie wsparcia ratownikom znajdującym się w potrzebie lub ostrzeżenie ich o niebezpieczeństwach grożących im w środowisku, w którym podejmują działania. Świadomość, że w razie potrzeby uzyskają niezbędną pomoc, może wpłynąć na zwiększenie poczucia bezpieczeństwa pierwszych reagujących, co z kolei może przełożyć się na efektywność podejmowanych przez nich działań.

Na zakończenie należy wspomnieć, że opracowane technologie FASTER będą testowane przez ratowników podczas kilku pilotaży terenowych. W najbliższym czasie takie ćwiczenia przeprowadzone zostaną m.in. w Japonii, Hiszpanii i Grecji. Z kolei na końcowym etapie projektu zorganizowane zostaną trzy duże demonstracje z użyciem technologii FASTER.

Bibliografia

- Dimou A., Kogias D.G., Trakadas P., Perossini F., Weller M., Balet O., Patrikakis C.Z., Zahariadis T., Daras P., *FASTER: First Responder Advanced Technologies for Safe and Efficient Emergency Response*, <https://www.faster-project.eu/wp-content/uploads/2020/03/MSE2019-3.pdf>.
- FASTER tools in action – Testing K9 wearables and Smart Textiles Framework indoor and outdoor*, <https://www.faster-project.eu/2021/06/07/faster-tools>

in-action-testing-k9-wearables-and-smart-textiles-framework-indoor-and-outdoor/.

Faster strategic objectives, <https://www.faster-project.eu/objectives/>.

First responder Advanced technologies for Safe and efficient Emergency Response, informacje o projekcie FASTER w serwisie CORDIS, <https://cordis.europa.eu/project/id/833507>.

Georgiou H.V., *FASTER: First responder Advanced technologies for Safe and efficient Emergency Response*, <https://www.faster-project.eu/wp-content/uploads/2020/04/FASTER-Safe-Cor%C3%B9.pdf>.

Konstantoudakis K., Albanis G., Christakis E., Zioulis N., Dimou A., Zarpalas D., Daras P., *Single-Handed Gesture UAV Control for First Responders – A Usability and Performance User Study*, <https://www.faster-project.eu/wp-content/uploads/2020/07/Single-Handed-Gesture.pdf>.

Resilient Communication Device ResCuE, <https://www.faster-project.eu/2020/08/26/resilient-communication-device-rescue/>.

Roach J., *HoloLens2 – jak sztuczna inteligencja urzeczywistnia wizję Microsoft dotyczącą przetwarzania danych bez granic*, <https://news.microsoft.com/pl-pl/features/hololens-2-jak-sztuczna-inteligencja-urzeczywistnia-wizje-microsoft-dotyczaca-przetwarzania-danych-bez-granic-tuesdai/>.

Vlachopoulos A., Georgiou H., Tzeletopoulou A., Kasnesis P., Chatzigeorgiou C., Kogias D.G., Patrikakis Z.C., Albanis G., Konstantoudakis K., Dimou A., Daras P., *Enabling gesture-based controls for first responders and K9 units*, https://safegreece.org/safegreece2020/images/docs/safegreece2020_proceedings.pdf.